

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Diplomová práce

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Zařízení pro výrobu vinařských sloupků

Equipment for Pillars Production

Student:

Bc. Tomáš Sklenák

Osobní číslo:

SKL0049

Vedoucí diplomové práce:

Dr. Ing. Miroslav Bova

Ostrava 2020

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Sklenák**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T043 Hydraulika a pneumatika
Téma: **Zařízení pro výrobu vlnářských sloupků**
Equipment for Pillars Production
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte technickou řešerši (přehled řešení) obdobných zařízení.
2. Vybrané řešení zkontrolujte pevnostními výpočty a proveďte výpočet silových a kinematických poměrů.
3. Vybrané technické řešení zpracujte v práci ve formě projektu.
4. Nakreslete výrobní dokumentaci hydraulického agregátu.
5. Proveďte tepelný výpočet hydraulického obvodu.
6. Zpracujte zadání pro navazující profese (elektro a řízení).
7. Zpracujte návod na obsluhu a údržbu zařízení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] SIVÁK, V. *Projektování hydraulických systémů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1990. 333 s. ISBN 80-7078-037-1
- [2] PIVOŇKA, J. a kol. *Tekutinové mechanizmy*. Praha: SNTL, 1987. 623 s.
- [3] KOPÁČEK, J. *Hydrostatické převodové mechanizmy*. Praha: SNTL, 1986. 272 s.
- [4] PAVLOK, B., HRUŽÍK, L., BOVA, M. *Hydraulická zařízení strojů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2007. 116 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Dr. Ing. Miroslav Bova**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



doc. Dr. Ing. Lumír Hružík
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použil interní údaje o technických parametrech získaných od firmy Interfluid spol. s.r.o., Ostrava, firma s jejich zveřejněním souhlasí.

V Ostravě dne 18. května 2020



Podpis studenta

Prohlášení spolupracující osoby

Souhlasím se zveřejněním této diplomové práce dle požadavků čl. 6, odst. 9

Studijního a zkušebního řádu pro studium v diplomových studijních programech VŠB-TU Ostrava.

Spolupracující firma:

INTERFLUID spol. s r.o.

1.máje 3381/106

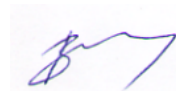
Ostrava – Moravská Ostrava, 703 00

Jméno a příjmení oprávněné osoby:

Dr. Ing. Miroslav BOVA

jednatel, ředitel

V Ostravě dne 18. května 2020



.....
Podpis oprávněné osoby

(případně razítko)

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou diplomovou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- буде-ли́ по́радо́вано, jeden výtisk této diplomové práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на ве́домі́, že podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020



Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Tomáš Sklenák

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Brandlova 135, 695 01 Hodonín

Poděkování

Za odborné vedení mé diplomové práce, velkou míru trpělivosti a ochoty, rychlost, lidský přístup a také za cenné a velmi podnětné rady při zpracovávání práce děkuji vedoucímu práce Dr. Ing. Miroslavu Bovovi.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

SKLENÁK, T. *Zařízení pro výrobu vinných sloupků*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2020, 66 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Bova, M.

Diplomová práce se zabývá zařízením pro výrobu vinohradnických sloupků. V úvodu práce jsou srovnány metody výsadby vinic od historie po současnost. Po srovnání jednotlivých metod jsou shrnuty druhy používaných vinných sloupků, kdy nejpoužívanější jsou ocelové, na které je navrženo zařízení pro výrobu. Vybrané technické řešení je zpracováno formou projektu, je provedeno několik základních výpočtů, návrhů, výběr optimálního čerpacího systému, navržen obvod a vytvořeno funkční schéma a napsán návod na obsluhu daného zařízení. Navržené zařízení i jeho nastavení je dokumentováno v samotné diplomové práci a jejích přílohách.

KLÍČOVÁ SLOVA

Hydraulický obvod, zařízení pro výrobu vinných sloupků, chladič, střih

ANNOTATION OF THESIS

SKLENÁK, T. *Equipment for Pillars Production: Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Hydromechanics and Hydraulic Devices, 2018, 66 p. Thesis head: Dr. Ing. Bova, M.

This thesis examines the mechanism of vineyard posts fabrication. It focuses on the comparison of the methods of vineyard planting from the history until nowadays leading to the presentation of different types of vineyard posts that are being currently used. Among those, the most common one is a steel post. This thesis suggests a mechanism for its fabrication. The technological solution is elaborated on a project-based format which includes several calculations, selection of an adequate pumping system, suggestion for a hydraulic circuit development, a functional scheme as well as usage instructions. The mechanism of the suggested device is mentioned both in the thesis and in its annexes.

KEY WORDS

Hydraulic circuit, Equipment for Pillars Production, cooler, shear

Obsah

Seznam zkratk	11
Seznam použitého značení.....	11
Seznam obrázků	14
Seznam tabulek	16
Úvod	17
1 Historie vinohradnictví.....	18
1.1 Horenská práva a viniční řády	19
1.2 Systémy vedení révy vinné	20
1.2.1 Vedení po zemi.....	20
1.2.2 Vedení na strom.....	20
1.2.3 Vedení na jařmech a komorové vedení	21
1.2.4 Vedení na starce.....	21
1.2.5 Vedení na hlavu.....	22
1.2.6 Vedení na arkádu, podloubí, průchody.....	22
1.2.7 Vedení na pergolu Trentino	23
1.2.8 Vedení vertikó	23
1.2.9 Nízké vedení podle Dr. Guyota	24
1.2.10 Střední vedení na hlavu s kmínkem	24
2 Historický vývoj vinařství a lisování.....	25
3 Novodobé pěstování a mechanizace	27
3.1 Dřevěné sloupky	28
3.2 Betonové sloupky	29
3.3 Kovové sloupky.....	29
3.4 Plastové sloupky	30
3.5 Ocelový sloupek „U“ profilu	31
3.5.1 Instalace sloupků.....	32
4 Stříhání plechu	33

4.1	Stříhání ve stříhadlech.....	34
4.1.1	Střížná mezera.....	35
4.1.2	Přesnost povrchu při stříhání.....	36
4.1.3	Výpočet střížné síly a práce.....	36
5	Zařízení pro výrobu vinohradnických sloupků	38
5.1	Výpočet střížné síly.....	39
5.2	Návrh hydraulického válce pro stříh kruhového otvoru	42
5.3	Návrh hydraulického válce pro stříh tvarového otvoru	44
5.4	Návrh hydraulického válce pro přidržovač.....	46
5.5	Návrh koncepce čerpacího systému.....	47
5.5.1	Konstantní hydrogenerátor s odlehčením	47
5.5.2	Konstantní hydrogenerátor s akumulátorem a odlehčením	48
5.5.3	Regulační hydrogenerátor s akumulátorem	48
5.6	Volba čerpacího systému	49
5.7	Volba velikosti průtoku.....	51
5.8	Návrh akumulátoru	54
5.9	Tepelný výpočet	55
5.9.1	Návrh chladiče.....	58
6	Technické řešení zařízení pro výrobu sloupků	59
6.1	Sestava zařízení	60
6.2	Popis operací	60
6.3	Hydraulické schéma.....	61
7	Fotodokumentace	62
8	Závěr.....	63
	Seznam použité literatury	64
9	Seznam příloh.....	66

Seznam zkratek

HG	hydrogenerátor
ČR	Česká republika
Zn	zinek
Al	hliník
Si	křemík
Cu	měď
ks	kusy
Q	objemový průtok
V	objem
t	čas

Seznam použitého značení

z	střižná mezera	[mm]
c	koeficient druhu stříhání	[–]
R_{ms}	pevnost materiálu ve stříhu	[MPa]
s	tloušťka materiálu	[mm]
A	střižná práce	[J]
m_s	koeficient závislý na druhu a tloušťce materiálu	[–]
F_{max}	maximální střižná síla	[N]
F	střižná síla	[N]
S	plocha	[m ²]
n	součinitel otupení	[–]
l_s	délka střižné hrany	[mm]
R_m	mez pevnosti v tahu	[MPa]
τ_s	mez pevnosti ve smyku	[MPa]
F	síla	[N]
$F_{stř}$	střižná síla	[N]
D	průměr pístu	[m]
p	tlak	[Pa]

V	<i>objem</i>	$[m^3]$
H	<i>zdvih</i>	$[m]$
V_c	<i>celkový objem</i>	$[m^3]$
t_{hp}	<i>čas hydraulického pohonu</i>	$[s]$
t_m	<i>manipulační čas</i>	$[s]$
Q_{HG}	<i>průtok hydrogenerátoru</i>	$[dm^3 \cdot min^{-1}]$
V_G	<i>geometrický objem</i>	$[dm^3]$
t	<i>čas</i>	$[s]$
P_{MA1}	<i>výkon elektromotoru</i>	$[W]$
p_{pv}	<i>tlak na pojistném ventilu</i>	$[Pa]$
V_N	<i>objem nádrže</i>	$[dm^3]$
n_N	<i>oběhové číslo</i>	$[-]$
V_0	<i>objem akumulátoru</i>	$[dm^3]$
ΔV	<i>užitečný objem</i>	$[dm^3]$
p_0	<i>plnicí tlak</i>	$[MPa]$
p_1	<i>vyprazdňovací tlak</i>	$[MPa]$
p_2	<i>systémový tlak</i>	$[MPa]$
T	<i>oteplovací (ochlazovací) časová konstanta</i>	$[s]$
m_0	<i>hmotnost oleje</i>	$[kg]$
m_1	<i>hmotnost oceli</i>	$[kg]$
c_0	<i>měrná tepelná kapacita oleje</i>	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$
c_1	<i>měrná tepelná kapacita oceli</i>	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$
τ	<i>čas</i>	$[s]$
t_0	<i>teplota okolí</i>	$[^{\circ}C]$
t	<i>teplota oleje</i>	$[^{\circ}C]$
t_u	<i>ustálená teplota</i>	$[^{\circ}C]$
P_{chl}	<i>požadovaný výkon chladiče</i>	$[W]$
P_s	<i>ztráta výkonu přeměněná na teplo</i>	$[W]$
P_{so}	<i>odvedená část ztrátového výkonu přestupem tepla</i>	$[W]$
P_{v1}	<i>ztráty jednotlivých prvků</i>	$[W]$
P_{v2}	<i>teplo z provozu HG</i>	$[W]$
P_{v3}	<i>teplo přivedené z okolí</i>	$[W]$
P_{celk}	<i>celkový ztrátový výkon</i>	$[W]$

q_{CH}	<i>měrný výkon chladiče</i>	$[kW \cdot ^\circ C^{-1}]$
P_{CH}	<i>požadovaný výkon chladiče</i>	$[kW]$
$t_{okolí}$	<i>teplota okolí</i>	$[^\circ C]$
$t_{ustále}$	<i>ustálená teplota</i>	$[^\circ C]$

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Historie výroby vína	18
Obrázek 2 – Horenské právo [8]	19
Obrázek 3 – Vedení révy na strom [7]	20
Obrázek 4 – Komorové vedení révy vinné [5]	21
Obrázek 5 – Vedení révy na hlavu[3]	22
Obrázek 6 – Vedení révy pro dekorativní účely	22
Obrázek 7 – Vedení révy na pergolu Trentino[2]	23
Obrázek 8 – Vedení révy vinné vertikálně[4]	23
Obrázek 9 – Vedení révy vinné podle Guyota[2]	24
Obrázek 10 – Střední vedení révy vinné	24
Obrázek 11 – Malý kládový lis	25
Obrázek 12 – Velký kládový lis	25
Obrázek 13 – Vřetenový lis	26
Obrázek 14 – Hydraulický lis	26
Obrázek 15 – Průmyslový pneumatický lis [10]	26
Obrázek 16 – Mechanizace vinohradů[9]	27
Obrázek 17 – Dřevěný sloupek	28
Obrázek 18 – Betonový sloupek	29
Obrázek 19 – Kovový (trubkový) sloupek	30
Obrázek 20 – Sloupek „U“ profilu	31
Obrázek 21 – Zatlačování ocelových sloupků „U“ profilu [12]	32
Obrázek 22 – Tvar střížníku[17]	33
Obrázek 23 - Proces stříhání [11]	33
Obrázek 24 – Otevřené stříhadlo [1]	34
Obrázek 25 – Vliv střížné mezery z na kvalitu střížné plochy [1]	35
Obrázek 26 – Závislost přesnosti výstřížku na přesnosti střížného nástroje [1]	36
Obrázek 27 – Průběh střížné síly (pracovní diagram) při stříhu rovnoběžnými noži[13]	37
Obrázek 28 – Zařízení pro výrobu vinohradnických sloupků	38
Obrázek 29 – Sloupek typu 1	39
Obrázek 30 – Sloupek typu 2	40
Obrázek 31 – Sloupek typu 3	40
Obrázek 32 – Volba hydraulického válce pro stříh kruhového otvoru [15]	43

Obrázek 33 – Volba hydraulického válce pro střih tvarového otvoru [15]	45
Obrázek 34 – Volba hydraulického válce pro střih kruhového otvoru [15]	46
Obrázek 35 – Čerpací systém s konstantním hydrogenerátorem	47
Obrázek 36 – Čerpací systém s akumulátorem a konstantním hydrogenerátorem.....	48
Obrázek 37 – Čerpací systém s akumulátorem a regulačním HG	49
Obrázek 38 – Návrh průtoku hydrogenerátoru	52
Obrázek 39 – Odběrový diagram	53
Obrázek 40 – Označení stavu akumulátoru [16]	54
Obrázek 41 – Návrh objemu akumulátoru	55
Obrázek 42 – Volba vzduchového chladiče [19]	58
Obrázek 43 – Technické řešení – schéma zařízení pro výrobu sloupků	59
Obrázek 44 – Zařízení pro výrobu vinohradnických sloupků	60
Obrázek 45 – Popis značení hydraulických válců	60
Obrázek 46 – Hydraulické schéma zařízení pro děrování sloupku	61
Obrázek 47 – Hydraulické schéma agregátu	61
Obrázek 48 – Zařízení pro děrování sloupků	62
Obrázek 49 – Hydraulický agregát	62

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Hodnoty koeficientu <i>ms</i> [1]	36
Tabulka 2 – Mechanické vlastnosti materiálu 11 373 [14]	39
Tabulka 3 – Rozměry kruhového otvoru	39
Tabulka 4 – Rozměry tvarového otvoru 1	39
Tabulka 5 – Rozměry tvarového otvoru 2	40
Tabulka 6 – Rozměry tvarového otvoru 3	40
Tabulka 7 – Výběrová kritéria	49
Tabulka 8 – Sled operací	53
Tabulka 9 – Výpočet potřebného výkonu chladiče	57

Úvod

Cílem diplomové práce je navrhnout funkční hydraulické zařízení pro výrobu vinařských sloupků. Navrhoval se hydraulický agregát a přímočaré hydraulické válce, které zajišťují samotné stříhání a jeden válec pro zajištění sloupku. Součástí návrhu bylo navržnutí střížné síly, rychlostí, tlaků a průtoků.

V první části práce se zabývám historií vinohradnictví a způsobem pěstování révy vinné, které ovlivňují způsoby výsadby vinic. Od jednotlivých způsobů výsadby vinic a jejich vedení se odvíjí druhy použitých sloupků.

V další části jsou popsány jednotlivé druhy sloupků, dřevěné, kovové, plastové, betonové a ocelové, které jsou v současné době nejpoužívanější díky jednoduché instalaci, životnosti a poměrně rychlé výrobě.

Poslední část této práce je věnována zařízení pro výrobu ocelových vinařských sloupků s hydraulickým pohonem. Návrh zařízení je zpracováno jako firemní projekt včetně všech příloh. Návrh je podložen základními výpočty a předpoklady. Optimální čerpací systém je vybrán na základě několika kritérií, jsou dimenzovány hydraulické válce a vypočteny základní parametry pro výběr čerpadla a akumulátoru, nakonec jsem provedl tepelný výpočet. Navržené zařízení je dokumentováno v poslední části této diplomové práce a jejích přílohách, kde je doložené funkční hydraulické schéma, návod na obsluhu a další podstatné dokumenty.

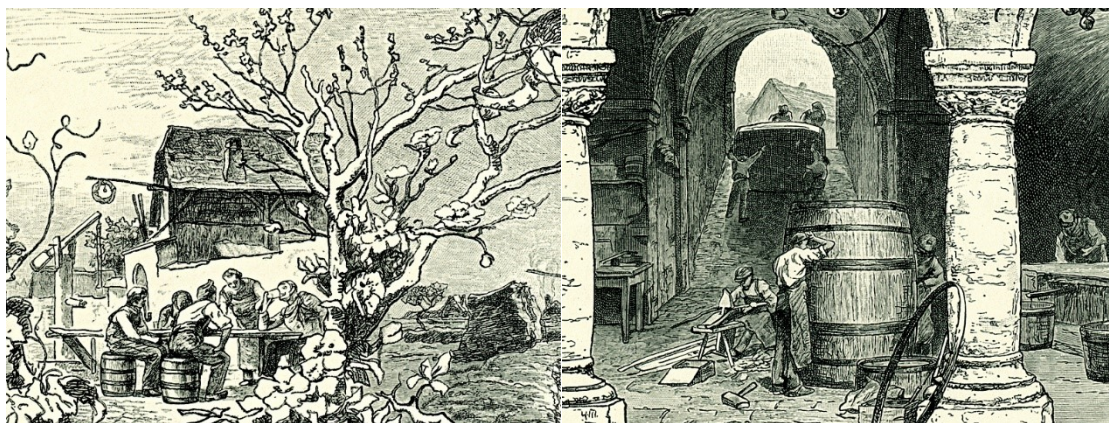
1 Historie vinohradnictví

První zmínka o pití vína v Čechách je datována již v 6. století před naším letopočtem a již století nato začali keltští Bójové pěstovat révu vinnou na území České republiky, tímto se ČR stala nejsevernější evropskou vinařskou oblastí.

O tom, jak k tomu došlo, vypráví kronika Václava Hájka z Libočan v pověsti o Ludmile (asi 860–921): „Když Lidmila, kněžna, velmi nábožná pohanka, urodila Bořivojovi syna a dáno jemu jméno Spytihněv,... dar od krále Moravského Svatopluka, prve v té zemi neslýchaný, totiž sud vína výborného velmi veliký přivezen... všichni ten nápoj chválili a od toho dne nejprve v Čechách se víno začalo pít.“ Kněžna Ludmila obětovala trochu vína bohyni Krosině s prosbou o vydatný déšť. Její prosba se vyplnila a úroda byla zachráněna. Takže podle Hájka z Libočan pochází víno v Čechách původně z Moravy.

O výrazné rozšíření vinařství se postaral Karel IV., který se zasloužil o rozšíření tím, že vydal nařízení, které podporovalo vinohradnictví v Praze, Mělníku a dalších městech a zakázal dovoz vína ze zahraničí. Pěstování bylo svěřeno mnichům (cisterciánům a premonstrátům) velký rozvoj zastavily nejprve husitské války, potom bitva na Bílé hoře a třicetiletá válka.[4]

Na jihovýchodě Moravy je vinohradnictví významnou složkou zemědělství a trvale ovlivnilo lidovou kulturu.



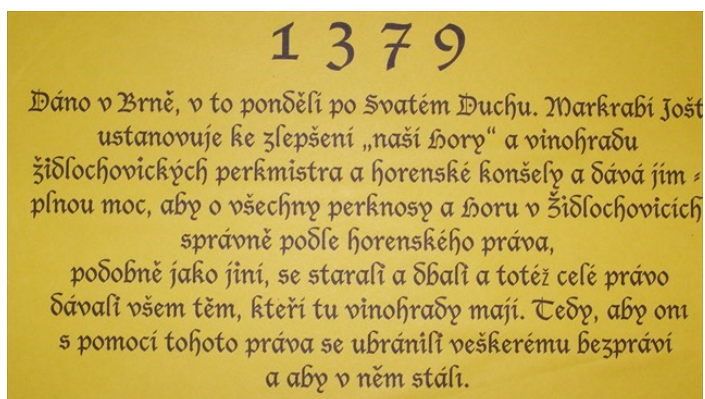
Obrázek 1 – Historie výroby vína

Zdroj: <http://www.obrazy-darky.cz/obrazy/eshop/36-1-Hospodarstvi/-4-/5/87-Vinohradnictvi>

1.1 Horenská práva a viniční řády

Velký rozmach vinařství v Čechách vyvolal potřebu jeho organizace a řízení. O veškeré vinařské záležitosti se staral nejprve pražský perkmistr. Do jeho pravomoci spadaly všechny vinice do tří mil od pražských hradeb. Později mělo každé město svého perkmistra. Od roku 1547 byl perkmistr viničních hor dosazován panovníkem. Později se začaly zakládat cechy, které dohlížely na dodržování majetkoprávních nařízení, řešily spory mezi vinaři, kontrolovaly jakost vína, povolovaly jeho prodej a dohlížely na něj. Při tom se řídily artikuly viničních řádů. [4]

Horenská práva nebo viniční řády se vydávaly proto, aby král, feudál, majitel vinice i dělník na vinici a konzument vína měli zaručena svá práva. Nejstarší text viničního řádu mají z roku 1281 církevní statky v okolí Kroměříže. Viniční řád pro Prahu, z roku 1516, řeší základní vztahy mezi majiteli vinic, odbornými dělníky a mezi viniční čeládkou. Mimo jiné stanovuje, že nikdo nesmí najmout na den více nádeníků, než odpovídá rozsahu jeho vinic. Čeládka pracovala společně, byla placena stejně a čeládka bydlící ve městě nesměla odcházet za viniční prací do jiných obcí. Artikuly musely být za deset let rozšířeny a v roce 1590 vydává císař Rudolf třicet pět podrobných královských ustanovení, která se týkají perkmistrovského úřadu a práva na vinicích. [4]



Obrázek 2 – Horenské právo [8]

Popis: 1379. Dáno v Brně, v to pondělí po Svatém Duchu. Markrabí Jošt ustanovuje ke zlepšení „naší Hory“ a vinohradů židlochovických perkmistra a horenské konšely a dává jim - plnou moc, aby o všechny perknosy a Horu v Židlochovicích správně podle horenského práva, podobně jako jiní, se starali a dbali a totéž celé právo dávali všem těm, kteří tu vinohrady mají. Tedy, aby oni s pomocí tohoto práva se ubránili veškerému bezpráví a aby v něm stáli.

1.2 Systémy vedení révy vinné

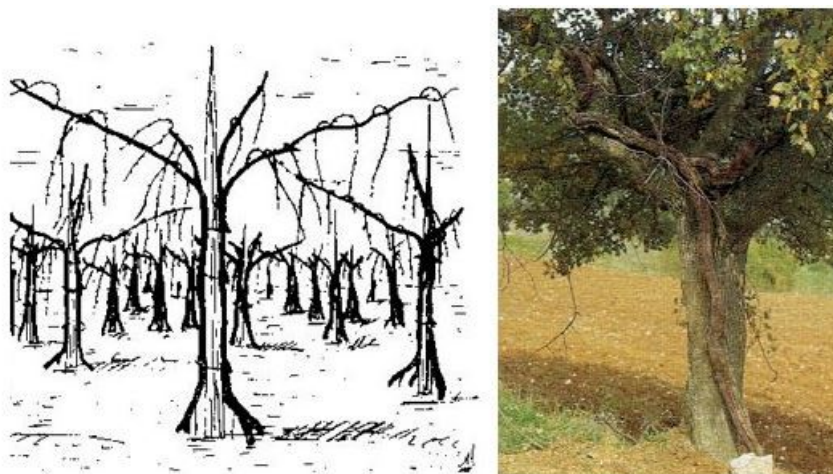
Vývoj systémů vedení révy vinné souvisí s historickým vývojem celého vinohradnictví, které stojí na základním kameni vytvořeném Římany. Postupným rozšiřováním Římské říše se podrobené národy začaly seznamovat s pěstováním révy vinné a tím se vinohradnictví rozšířilo do Evropy, kde se vinicím dařilo díky vhodným podmínkám více než v okolí Středozevního moře. Složení půdy, kde je vinice vysázena je velmi důležité, protože kořeny révy vinné dosahují velmi hluboko do země, odkud zásobují samotnou rostlinu vodou a živinami.

1.2.1 Vedení po zemi

Tento způsob vedení byl rozšířen v dřívějších dobách především v jižních provinciích jako je Afrika nebo Asie. Někdy byly výhony podpírány dřevěnými vidlicemi pro lepší zrání hroznů. Tento způsob se osvědčil pouze ve velmi suchých oblastech.

1.2.2 Vedení na strom

Při vedení révy vinné na strom se réva vyvazuje na sloup nebo se nechá svévolně pnout po ovocném stromě, starém kmeni, sloupu nebo jsou dvě sazenice splétány do pomyslného kmene a v určité výšce je vytvořena „koruna“ obvykle ze čtyř hlavních prutů. Ve výsledku bude tento způsob vedení vypadat jako „révový strom“. Toto vedení je dodnes velmi rozšířené na území Itálie, ale také proniklo do zemí jako je Francie nebo Německo.



Obrázek 3 – Vedení révy na strom [7]

1.2.3 Vedení na jařmech a komorové vedení

Jedno z nejvznešenějších způsobů pěstování révy ve starém Římě byl označován jako vedení na jařmech. To se vyznačovalo čtyřmi kůly ukotvenými v půdě okolo keře, přes tyto kůly k nim byly připevněny vodorovně tyče, přes které visely plodonosné větve směrem dolů k zemi.

Později tyto jednotlivé stavby, jařny, byly spojeny a vznikaly stavby podobné pergolám, toto vedení je označováno jako vedení komorové viz Obrázek 4. Komorové vedení bylo ještě ve 20. století velmi rozšířené na území Německa. Toto vedení je předchůdce nynějšího vysokého vedení pergoly Tendone, kde se využívá čtvercové drátěné sítě jako opěry.



Obrázek 4 – Komorové vedení révy vinné [5]

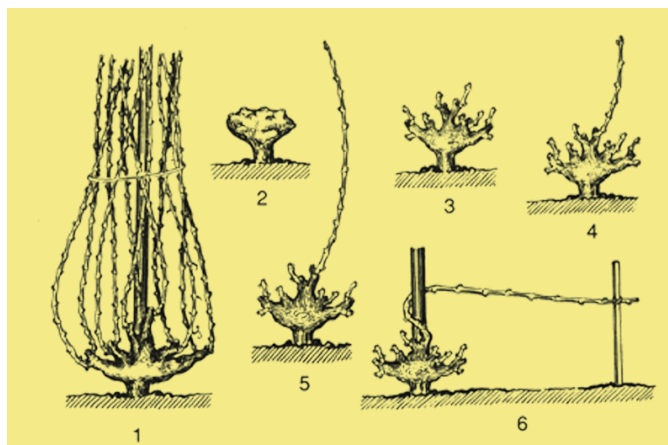
1.2.4 Vedení na starce

Další směr, který se začal objevovat již ve středověku byl tzv. burgundský způsob pěstování révy. V Čechách, kde se tento způsob používal za vlády Karla IV. se tomuto způsobu říkalo „vedení na starce“.

Na každém keři se pořád prodlužovalo jedno rameno, které se vyvazovalo k dřevěnému kolíku. Plodonosné rameno vždy vyrůstalo z konce ramene a celý kmínek se očišťoval. Jak hlavní rameno, kmínek, dosáhl výšky, kdy bylo složité uvazování, začal se vyvazovat šikmo k sousedním kolíkům.

1.2.5 Vedení na hlavu

Toto vedení se v Čechách také označuje jako vedení na babku, což je útvar u země, který vzniká opakovaným řezem u země. Tento útvar ze začátku má velikost pěsti, postupem času v dobrých podmínkách mohutní až do velikosti lidské hlavy-proto vedení na hlavu. U vedení na hlavu není nutné budovat drátěnku, výhony se vyvazují ke kůlům, které jsou u každého kmínku a měly by být v dobrém stavu, protože nesou celou váhu. Taková vinice má své kouzlo.



Obrázek 5 – Vedení révy na hlavu[3]

1 – keř před řezem, 2 – hladký řez (na lysinu), 3 – řez na čípký, 4 – řez na čípký s ponecháním stříelky, 5 – řez na tažeň před vyvázáním, 6 – řez na tažeň po vyvázání

1.2.6 Vedení na arkádu, podloubí, průchody

Toto vedení se používá jako nejčastější forma pěstování révy vinné na zahradách, révu lze velmi dobře tvarovat a nechat pnout na velké vzdálenosti. Takto se révou potahují například přístřešky pro automobily, pergoly nad chodníky, ale také romantické kouty zahrad, protože réva vinná v létě stíní a barevné hrozny dotvářejí vzhled zahrady a jsou velmi rozšířené na území Itálie a Jižní Moravě.



Obrázek 6 – Vedení révy pro dekorativní účely

1.2.7 Vedení na pergolu Trentino

Tento systém byl koncipován pro vinařství v horských oblastech, umožňuje výrobu kvalitních hroznů, ale má tu nevýhodu, že není možná mechanizace.

Je možné rozlišovat mezi jedním pergolem (většinou používaným v kopcích) a dvojitým pergolem (převážně na rovinných územích). Kromě toho může mít pergola Trentino uzavřenou nebo otevřenou strukturu v závislosti na tom, zda je zakryt celý prostor meziřádku. Ze strukturálního hlediska má vinice svislý stonek, na jehož vrcholu jsou ponechány 2-3 vinné výhonky, které jsou svázaný se střechou směrem ke středu řady.[2]



Obrázek 7 – Vedení révy na pergolu Trentino[2]

1.2.8 Vedení vertiko

Tento tvar je kolmý, jednoramenný nebo dvouramenný. Kmeny jsou vysoké 70 až 90 cm a letorosty rostou kolmo nahoru, proto dochází k dobrému osvětlení hroznů i listové plochy. Toto vedení je náročné na ruční provádění zelených prací, zejména podlomu kvůli obrůstání starého dřeva.



Obrázek 8 – Vedení révy vinné vertiko[4]

1.2.9 Nízké vedení podle Dr. Guyota

Nízké vedení podle doktora Guyota s omezenou expanzí vynalezli ve Francii v polovině 19. století. Vedení předpokládá vertikální kmen s výškou 50 – 120 cm, který nese větev pupenů uspořádaných vodorovně podél řady.

Tento systém vedení se dobře hodí do kopcovitých i rovinných a suchých oblastí. Může být mechanizovaný jak v období zelených prací, tak v období sklizně.



Obrázek 9 – Vedení révy vinné podle Guyota[2]

1.2.10 Střední vedení na hlavu s kmínkem

Tento typ vedení patří právě mezi nejrozšířenější v České republice a střední Evropě., využívá se jak u malovinařů, tak také u velkovinařů. Tento typ vedení se dá velmi dobře mechanizovat.

Střední vedení se dá rozdělit do několika druhů podle typu vyvazování, ale všechny tyto typy mají společnou charakteristiku, že země je veden kmínek do cca 90 cm, na konci tohoto kmínku je vytvořena hlava révy vinné a odtud jsou vyvazovány tažně různými způsoby.



Obrázek 10 – Střední vedení révy vinné

2 Historický vývoj vinařství a lisování

Lisy jsou zařízení pro získávání moštu pomocí tlaku ze rmutu nebo hroznů. Lisy se dělí na mechanické, hydraulické a pneumatické. Mošt se v začátcích výroby vína získával šlapáním bosýma nohama, to se ovšem neosvědčilo, a tak jako většina technických věcí začal vývoj technologie. Od 16. století se začaly vyvíjet tlakové lisy.



Obrázek 11 – Malý kládový lis

Kládové lisy pracují na principu jednoramenné páky. Tyto malé lisy se objevovaly v klášterech, kde se výrobou vína zabývaly řády mnichů. Objem malých kládových lisů je 10l – 30l rmutu.



Obrázek 12 – Velký kládový lis

Velké kládové lisy pracují také na principu jednoramenné páky. Základem je položený silný vodorovný trám, nad ním se zvedá kláda ve svislé poloze kolmo k stojícímu sloupu. Svislým trámem vede dřevěné vřeteno a matka je pevně zasazena do spodní klády. Otáčením vřetena dřevěnou tyčí, zasazenou do dřevěné matky klesal horní rám a tlačil na mísu s hrozny. Objem těchto lisů býval 20l – 750l rmutu. První zmínka o tomto lisu na území Moravy pochází z roku 1582 z Uherského Brodu.



Obrázek 13 – Vřetenový lis

Vřetenové lisy vznikly kolem 1. století na území dnešní Itálie, v této době se nepoužívaly k výrobě vína, ale pravděpodobně k valchování sukna. Konstrukčně se staré vřetenové lisy podobaly lisům kládovým, jen princip lisování byl odlišný. V polovině 18. století se tento typ rozšířil do moravských vinařských oblastí. Nejdříve byla konstrukce celodřevěná, na konci 19. století se vřeteno začalo vyrábět z oceli. Hrozny jsou lisovány tlakem hlavy vřetena. Objem dnešních vřetenových lisů je 20l – 500l rmutu.



Obrázek 14 – Hydraulický lis

Od druhé poloviny 20. století se vřetenové lisy začaly předělávat na lisy hydraulické. Dno bylo posuvné a zdvih byl zajištěn pomocí hydraulického zvedáku. Víko bylo zajištěno pomocí vřetene nebo tyče a čepu. Ve 21. století se začaly vyrábět lisy nerezové s hydraulickým pohonem. Nové lisy mají pohyblivé víko nebo dno. Pohon se skládá z elektromotoru, hydrogenerátoru a pístu, nebo je pohon zajištěn pomocí hydraulického zvedáku. Obsah rmutu se obvykle pohybuje okolo 150l – 750l rmutu.



Obrázek 15 – Průmyslový pneumatický lis [10]

V současné době jsou nejrozšířenější právě pneumatické lisy, které jsou plně automatizované. Tyto lisy se používají jak u malovinařů, tak u velkovinařů, kapacita koše pro odzrněné víno je až 10 000kg. Výhodou je lisování nízkým tlakem oproti hydraulickým lisům.

3 Novodobé pěstování a mechanizace

S příchodem mechanizace a strojového pokroku se začalo vinné hospodářství silně vyvíjet. S vývojem, výrobou a dostupností traktorů a malotraktorů se vinohradnická a sadařská mechanizace posunula velmi dopředu a rozvíjí se velké vinařské závody a později soukromé velkovinařské společnosti.

Na trhu je v dnešní době několik firem - LPV agro , New Holland, Alma, Friuli, Unigreen, Cime-m Valtice.

Tyto firmy vyrábí postřikovače a rosiče, mulčovače, stroje pro mechanizovaný řez vinic, kultivace meziřadí, radličkové a diskové kultivátory, sekačky do meziřadí, kombajny na hrozny, doprava produktů z vinice.

S ohledem na zvyšující se mechanizaci se musely vinice upravovat, a to jak způsob vedení, tak také samotné sloupky, aby nedocházelo k poškozování nástrojů.



Obrázek 16 – Mechanizace vinohradů[9]

3.1 Dřevěné sloupky

Dřevěné sloupky se díky dostupnosti materiálu používaly již na začátku vinohradnictví. Na území České republiky se tato metoda opěrné konstrukce objevuje velmi málo. Naopak na území Francie, Itálie a Německa se běžně dřevěné sloupky využívají dodnes.

Na výrobu těchto sloupků se využívá akátové nebo dubové dřevo, méně časté jsou pak sloupky smrkové nebo borové o průměru 16 – 18 cm. Dřevěné sloupky se používají nejčastěji v kombinaci s ocelovými sloupky, kdy sloupky dřevěné jsou použity jako krajové sloupky.

Největší nevýhodou jsou hnilobné procesy napadající zapuštěnou část sloupku. Výměna sloupků je náročná, protože je potřeba pro nový sloupek vyhloubit jámu pomocí vrtáku, sloupek usadit, zapřít, ztuhnout zeminu v okolí sloupku.

Dřevěné sloupky mají vysokou odolnost vůči chemickým přípravkům a velmi vysokou odolnost vůči strojům, proto se dřevěné sloupky používají v určitých regionech i v dnešní době mechanizace.



Obrázek 17 – Dřevěný sloupek

3.2 Betonové sloupky

Betonové sloupky vyztužené ocelovými dráty se vyrábějí z betonu vibrovaného, litého nebo předepjatého. Hmotnost betonových sloupků se liší od způsobu výroby a pohybuje se od 20 do 55 kg.

Nevýhodou betonového sloupku při mechanizaci je to, že při sklizni kombajnem dochází k uštípnutí fragmentu betonového sloupku a ten poškodí jak části kombajnu, tak po převozu do vinařství dopravní systém rmutu, který je řešen pneumatickou dopravou. Z tohoto důvodu se nejprve kombajn před každým sloupkem vypnul, přejel betonový sloupek a znovu se zapnul, toto řešení bylo samozřejmě velmi neefektní a zbylá úroda se stejně musela sesbírat ručně.

Proto se začaly testovat sloupky takové, které by nebránily sklizni za pomoci kombajnu bez přerušování. Nejprve to byly sloupky kovové trubkovité a nejlépe se osvědčily sloupky tvaru „U“, které se v dnešní době používají nejvíce.



Obrázek 18 – Betonový sloupek

3.3 Kovové sloupky

Kovové trubkovité sloupky se využívaly v určitých regionech v kombinaci se sloupky betonovými. Betonové sloupky se používaly jako krajové díky své hmotnosti a mohutnosti. U trubkovitých sloupků byl problém vedení drátů a povrchová úprava (protikorozní nátěr).

Pevnost sloupku je střední stejně tak, jako odolnost vůči strojům. Odolnost vůči chemickým přípravkům je nižší. Z těchto důvodů se od tohoto druhu sloupku rychle upustilo ve velkovinařství, ale u malovinařů je hojně rozšířen, délkou životnosti vyhovuje totiž všem ostatním sloupkům, cena je nižší oproti betonovým a instalace při zabetonování do země je velmi jednoduchá.



Obrázek 19 – Kovový (trubkový) sloupek

3.4 Plastové sloupky

Plastové sloupky se vyrábí z tvrzeného polyvinylchloridu nebo recyklovaného plastu. Vyrábí se tři základní profily – plné plastové sloupky, trubkový profil a osmihranný profil. PVC sloupky mají obecně menší odolnost vůči povětrnostním vlivům a UV záření. Z tohoto důvodu se volí menší rozteč, tj. přibližně 5 m.

Všechny tyto typy jsou mnohem elastičtější než sloupky kovové a dřevěné. Plné plastové sloupky se v dnešní době již nepoužívají, protože bylo velké nebezpečí vyvrácení sloupku při nepříznivém počasí.

Plastové sloupky jsou vysoce odolné vůči chemickým přípravkům, mají srovnatelnou odolnost vůči strojům, ale oproti ostatním materiálům mají sníženou pevnost, proto se používají méně než sloupky ocelové.

3.5 Ocelový sloupek „U“ profilu

Ocelové sloupky se vyrábí z plechu o tloušťce 1,5 – 2 mm, které se postupně profilují z pásu plechu. Dnešní požadavky na pevnost se neustále zvyšují a aby se nemusela zvětšovat tloušťka materiálu, dochází k různému profilování kvůli dosažení požadované pevnosti. Rozteč sloupků je totožná s betonovými sloupky, tj. 6 – 8 m.

Druhy výroby:

- Lisování – sloupky se povrchově upravují v lázni až po tváření, po vytažení sloupku stéká povlak k jednomu konci sloupku, který má zvýšenou odolnost a tato část se zatlačuje do půdy.
- Ohýbání – sloupky se stříhají a tvarují za studena z předem povrchově upraveného plechu.

Druhy povlaků při žárovém pokovování:

- Pozink – Zn
- Galfan – 95 % Zn, 5 % Al
- Galvalume – 55 % Al, 43,5 % Zn, 1,5 % Si



Obrázek 20 – Sloupek „U“ profilu

3.5.1 Instalace sloupků

Ocelové profilované sloupky se do země pouze zatlačují pomocí hydraulického zatlačče, který je upevněn na traktoru viz Obrázek 23. Tato metoda je velmi rychlá a odpadá nutnost zabetonování každého sloupku. Pracovníci na vinici se starají o to, aby byl každý sloupek ve stejné výšce, kolmo k zemi a sloupky byly v jedné řadě. Takto je možné usadit cca 500 ks sloupků za den. Konstrukce sloupků také umožňují velmi rychlou instalaci dvojdrátí, které se zachycuje za fixační háčky. Z tohoto důvodu lze dosáhnout výrazného snížení nákladů na fyzické práce.



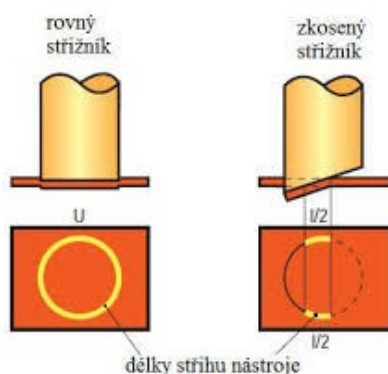
Obrázek 21 – Zatlačování ocelových sloupků „U“ profilu [12]

4 Stříhání plechu

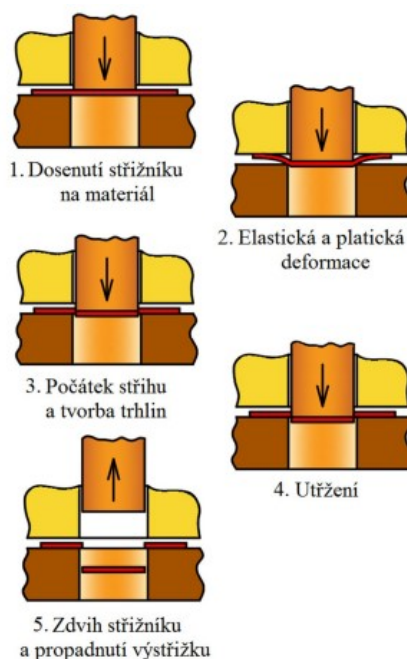
Ve strojírenské výrobě je jedna z nejrozšířenějších operací stříhání. Technologické postupy výroby velké většiny strojních součástí obsahují právě stříhání, což je plošné tváření zastudena.

Stříhání je oddělování materiálu smykovým působením dvojice nástrojů (nože, střížník a střížnice) podél křivky.

Podle tvaru střížníku lze ovlivnit velikost nutné síly, která je potřeba vyvinout na materiál, aby došlo k prostřížení. Pokud bude střížník rovný, bude potřeba vyvinout celou vypočtenou střížnou sílu, ale pokud dojde k upravení geometrie střížníku např. na střížník s hroty anebo skosený střížník viz Obrázek 22, pak se potřebná střížná síla zmenší na jednu polovinu nebo až na jednu třetinu.



Obrázek 22 – Tvar střížníku[17]



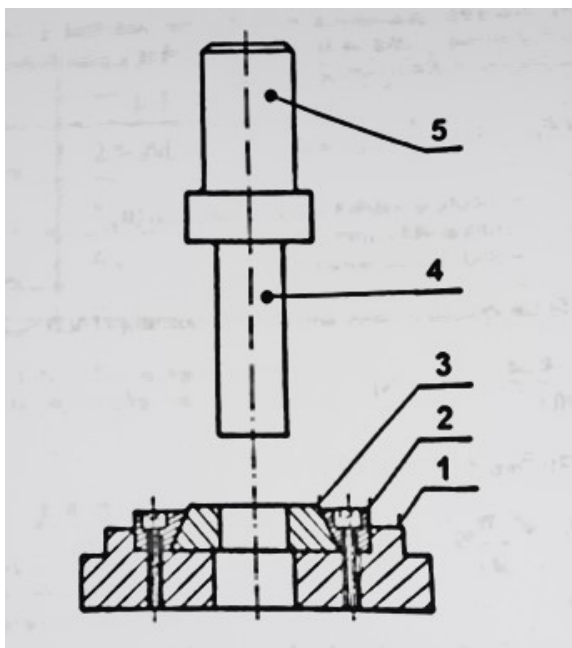
Obrázek 23 - Proces stříhání [11]

4.1 Stříhání ve stříhadlech

Stříhadlo se skládá z části pohyblivé, upnuté pomocí stopky do beranu lisu (střížník), a z části pevné, upnuté na stole lisu (střížnice). Stříhání ve stříhadlech je nejrozšířenějším způsobem výroby součástí z plechu. Základními operacemi jsou děrování, vystřihování, případně nastřihování. Touto technologií lze vyrábět výstřižky k přímému použití nebo polotovary, které se dále zpracovávají. [1]

Stříhadla lze rozdělit s ohledem na charakter výstřižků, velikost série a jejich funkci:

- **jednoduchá**, v nichž se provádí jedna operace na jednom výstřižku na jeden zdvih.
- **vícenásobná**, umožňující zhotovit na jeden zdvih větší počet stejných výstřižků.
- **postupová**, umožňující provedení několika operací na více zdvihů, mezi nimiž se výlisek podává na různá pracovní místa nástroje. Z poslední operace vychází při každém zdvihu hotový výrobek.
- **sloučená**, u nichž se na jeden zdvih vyrobí dvě nebo více rozdílných součástek.
- **sdružená**, u nichž se na jeden zdvih provedou na výstřižku různorodé operace (např. stříhání a ohýbání nebo tažení).[1]

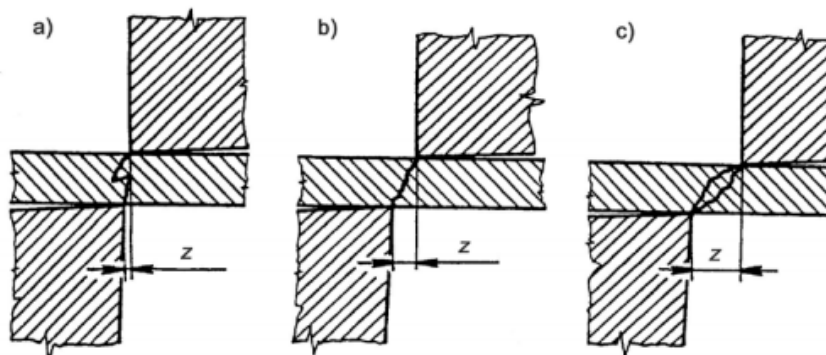


Obrázek 24 – Otevřené stříhadlo [1]

1 – základová deska, 2 – upínací kroužek, 3 – střížnice, 4 – střížník, 5 – upínací stopka

4.1.1 Střížná mezera

Střížná mezera mezi noži podstatně ovlivňuje jakost střížné plochy, velikost střížné síly a trvanlivost nástroje. Správně zvolená velikost střížné mezery zaručuje, že trhliny, které při stříhání vznikají, se setkají, čímž se zaručí správné usmyknutí stříhané plochy viz Obrázek 25. [1]



Obrázek 25 – Vliv střížné mezery z na kvalitu střížné plochy [1]
a – malá střížná mezera, b – optimální střížná mezera, c – velká střížná mezera

Střížná mezera se navrhuje podle druhu a tloušťky stříhaného materiálu. Dobře navržená střížná mezera je taková, při které se co nejmenší střížnou silou dosáhne kvalitní střížné plochy. Velikost střížné plochy se pohybuje od 3 do 20 procent tloušťky plechu. Střížná mezera je tím menší, čím měkčí materiál stříháme. Nové nástroje jsou vyráběny s co nejmenší dovolenou střížnou mezerou a s ohledem na opotřebení nástroje.

Velikost střížné mezery tenké plechy o tloušťce nad 3 mm (do 10 až 12 mm): [1]

$$z = c \cdot s \cdot \sqrt{0,1 \cdot R_{ms}} \quad [\text{mm}] \quad (1)$$

Velikost střížné mezery tenké plechy o tloušťce do 3 mm: [1]

$$z = (1,5 \cdot c \cdot s - 0,015) \cdot \sqrt{0,1 \cdot R_{ms}} \quad [\text{mm}] \quad (2)$$

Kde: c [-] koeficient závislý na druhu stříhání.

Volí se v rozmezí 0,005 – 0,035.

$c = 0,005$ pro dosažení kvalitního povrchu střížné plochy,

$c = 0,035$ pro dosažení minimální střížné práce.

R_{ms} [MPa] pevnost materiálu ve stříhu

s [mm] tloušťka plechu

4.1.2 Přesnost povrchu při stříhání

Jakost součástí vyrobených stříháním je ovlivněno několika faktory, kterými jsou přesnost a opotřebení střížníku a střížnice, druh stříhaného materiálu, velikost střížné vůle a tloušťka stříhaného materiálu.

Základní výrobní tolerance IT stříhaného výrobku	8 ÷ 9	10	11	12	13	14	15
Základní výrobní tolerance IT střížníku a střížnice	5 ÷ 6	6 ÷ 7	7 ÷ 8	8 ÷ 9	10	11	12

Obrázek 26 – Závislost přesnosti výstřížku na přesnosti střížného nástroje [1]

4.1.3 Výpočet střížné síly a práce

Střížná práce je v každém okamžiku stříhání dána součinitelem dvou proměnných veličin, tj. stříhané plochy a pevnosti ve stříhu. Maximální střížnou sílu F_{max} lze vypočítat podle rovnice (3). [1]

Základním parametrem je střížná práce, vhodný tvářecí stroj pro stříh, např. hydraulický píst nesmí být při pracovním procesu přetěžován, proto musí být jmenovitá síla vyšší, než je síla střížná.

Střížná práce při stříhání ve stříhadlech [1]:

$$A = m_s \cdot F_{max} \cdot s \quad [J] \quad (3)$$

Kde: m_s [-] koeficient závislý na druhu a tloušťce materiálu
 F_{max} [N] maximální střížná síla
 s [m] tloušťka stříhaného materiálu

Tabulka 1 – Hodnoty koeficientu m_s [1]

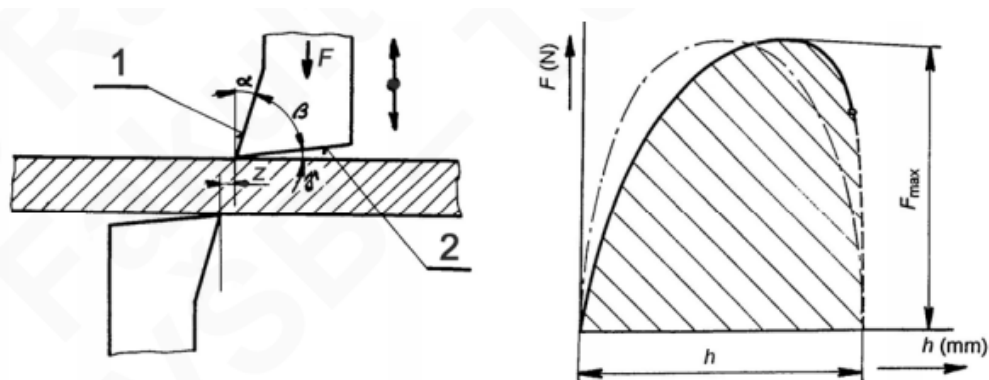
Stříhaný materiál	Tloušťka stříhaného materiálu s [mm]			
	do 1	1 až 2	2 až 4	nad 4
ocel měkká $R_m = 250 \div 350 \text{ MPa}$	0,65 – 0,70	0,60 – 0,65	0,50 – 0,60	0,35 – 0,50
ocel středně tvrdá $R_m = 350 \div 500 \text{ MPa}$	0,55 – 0,60	0,50 – 0,55	0,40 – 0,50	0,30 – 0,40
ocel tvrdá $R_m = 500 \div 700 \text{ MPa}$	0,42 – 0,45	0,38 – 0,42	0,33 – 0,38	0,20 – 0,33
Al, Cu (žíhané)	0,70 – 0,75	0,65 – 0,70	0,55 – 0,65	0,40 – 0,55

Střížná síla při stříhání ve stříhadlech [11]:

$$F = S \cdot n \cdot \tau_s = l_s \cdot s \cdot n \cdot (0,75 \div 0,85) \cdot R_m \quad [\text{N}] \quad (4)$$

Kde:

S	[mm ²]	střížná plocha
n	[-]	součinitel otupení $n = 1,1 - 1,5$
s	[mm]	tloušťka stříhaného materiálu
l_s	[mm]	délka střížné hrany
R_m	[MPa]	mez pevnosti v tahu
τ_s	[MPa]	mez pevnosti ve smyku



Obrázek 27 – Průběh střížné síly (pracovní diagram) při stříhu rovnoběžnými noži[13]

1 – hřbet nože, 2 – čelo nože, z – střížná mezera, s – tloušťka stříhaného materiálu

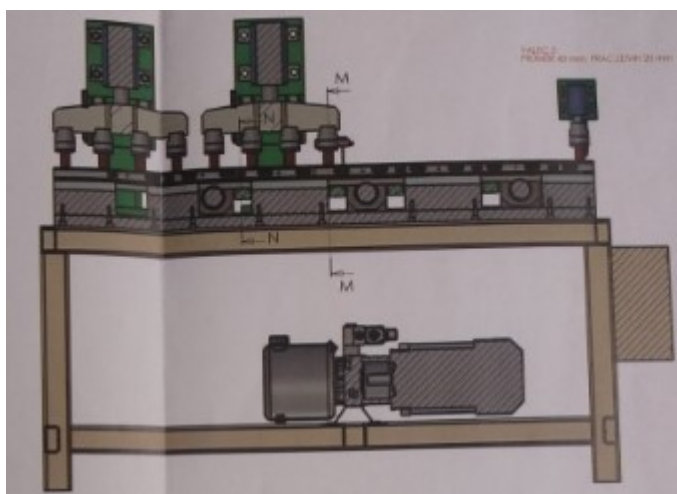
h – hloubka vniknutí pohyblivé střížné hrany do materiálu,

F – střížná síla při stříhu rovnoběžnými noži, F_{\max} – maximální střížná síla

5 Zařízení pro výrobu vinohradnických sloupků

Pro návrh zařízení jako celku jsem musel provést postupně několik návrhů a výpočtů. Systémový tlak jsem zvolil na 180 bar a tlak pro návrh hydraulických válců je navržen na 160 bar. Z výkresové dokumentace jednotlivých profilů (druhů) sloupků, které jsou tři, jsem vypočetl jednotlivé střížné síly, abych zjistil největší potřebnou sílu, kterou potřebuji vyvodit válcem.

Podle vypočtených sil jsem navrhoval jednotlivé hydraulické válce. Válce, které stříhají otvory jsou spojeny se čtyřmi střížnicemi, toto musím zohlednit ve výpočtu pro průměr válce. U výpočtu objemu válce na jeden cyklus, který stříhá tvarový otvor je potřeba zohlednit, že tento válec se nachází v základní poloze v polovině zdvihu.



Obrázek 28 – Zařízení pro výrobu vinohradnických sloupků

5.1 Výpočet střížné síly

Pro výpočet střížné síly jsem vycházel ze zadaných parametrů. Stříhaný sloupek je „U“ profil o rozměru 55x32 mm, tloušťka plechu je 1,5 mm, jedná se o materiál 11 373 (DX51) – nelegovaná konstrukční ocel obvyklých jakostí. Stříhá se otvor kruhového tvaru a tvarový otvor.

Tabulka 2 – Mechanické vlastnosti materiálu 11 373 [14]

Mechanické vlastnosti	Provedení	
	tepelně nezpracované	normalizovaně žíhané
Pevnost v tahu R_m [MPa]	min. 370	min. 350
Mez v kluzu R_e [MPa]	min. 250	min. 220
Tažnost A_{10} [%]	min. 7	min. 20

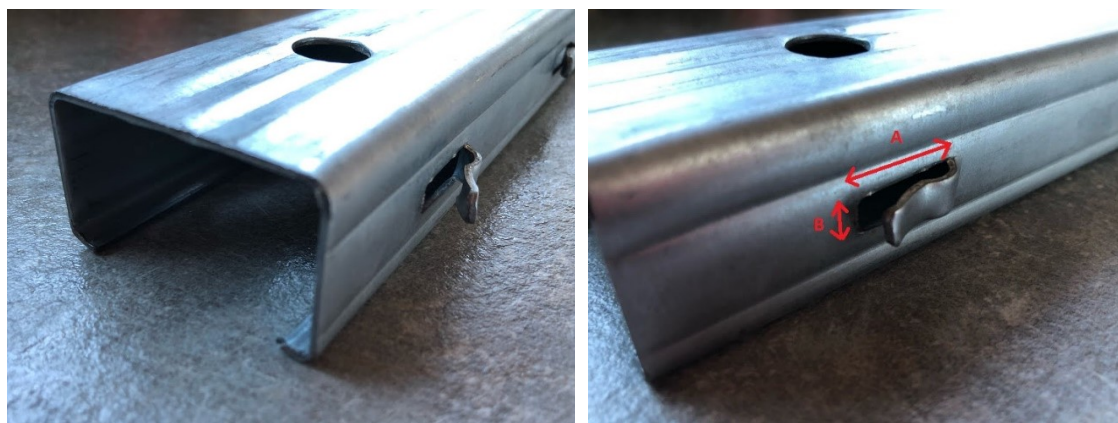
Tabulka 3 – Rozměry kruhového otvoru

průměr d	16	[mm]
obvod o	50,27	[mm]

SLOUPEK typu 1

Tabulka 4 – Rozměry tvarového otvoru 1

rozměr A	19	[mm]
rozměr B	6,5	[mm]
obvod o	44,5	[mm]

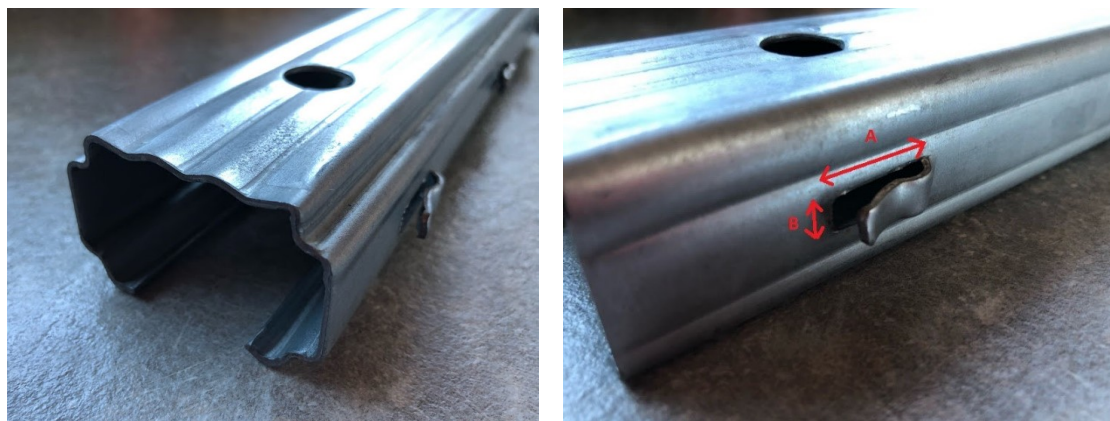


Obrázek 29 – Sloupek typu 1

SLOUPEK typu 2

Tabulka 5 – Rozměry tvarového otvoru 2

rozměr A	19	[mm]
rozměr B	6,5	[mm]
obvod <i>o</i>	44,5	[mm]

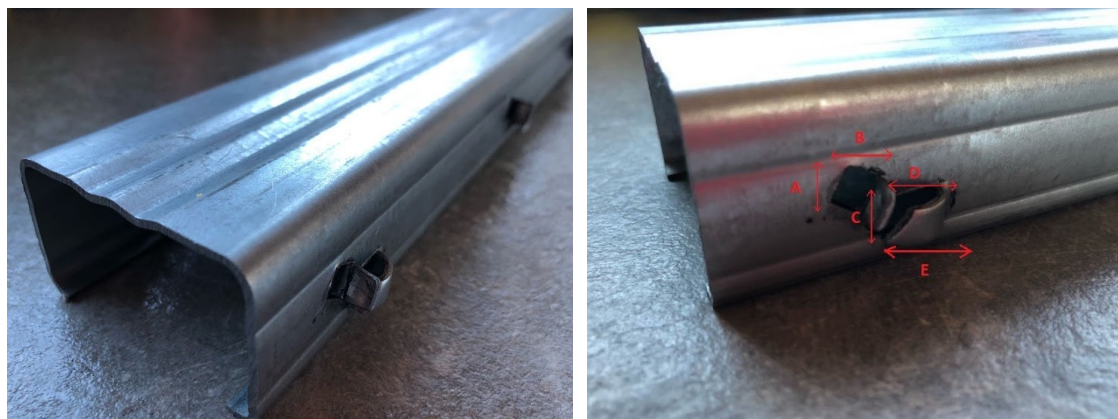


Obrázek 30 – Sloupek typu 2

SLOUPEK typu 3

Tabulka 6 – Rozměry tvarového otvoru 3

rozměr A	6	[mm]
rozměr B	6	[mm]
rozměr C	7	[mm]
rozměr D	8	[mm]
rozměr E	11	[mm]
obvod <i>o</i>	44	[mm]



Obrázek 31 – Sloupek typu 3

Výpočet velikosti střížné mezery**(5)**

$$z = (1,5 \cdot c \cdot s - 0,015) \cdot \sqrt{0,1 \cdot R_{ms}}$$
$$z = (1,5 \cdot 0,015 \cdot 1,5 - 0,015) \cdot \sqrt{0,1 \cdot 0,8 \cdot 370}$$
$$z = 0,102 \text{ mm} \Rightarrow 6,8\%$$

Výpočet střížné síly pro otvor kruhového tvaru**(6)**

$$F = S \cdot n \cdot \tau_s = l_s \cdot s \cdot n \cdot 0,8 \cdot R_m$$

$$F_{stř0} = 50,27 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 370$$

$$F_{stř0} = 33\,480 \text{ N}$$

Výpočet střížné síly pro tvarový otvor sloupku typu 1**(7)**

$$F = S \cdot n \cdot \tau_s = l_s \cdot s \cdot n \cdot 0,8 \cdot R_m$$

$$F_{stř1} = 44,5 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 370$$

$$F_{stř1} = 29\,637 \text{ N}$$

Výpočet střížné síly pro tvarový otvor sloupku typu 2**(8)**

$$F = S \cdot n \cdot \tau_s = l_s \cdot s \cdot n \cdot 0,8 \cdot R_m$$

$$F_{stř2} = 44,5 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 370$$

$$F_{stř2} = 29\,637 \text{ N}$$

Výpočet střížné síly pro tvarový otvor sloupku typu 3**(9)**

$$F = S \cdot n \cdot \tau_s = l_s \cdot s \cdot n \cdot 0,8 \cdot R_m$$

$$F_{stř3} = 44 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 370$$

$$F_{stř3} = 29\,304 \text{ N}$$

5.2 Návrh hydraulického válce pro stříh kruhového otvoru

Jelikož se kruhový otvor stříhá pouze plnou plochou pístu, provedl jsem pouze návrh průměru pístu, který bude směrodatný pro výběr daného válce. Tlak dosažený na válci navrhují na 160 bar.

Průměr pístu

(10)

$$F = S \cdot p$$

$$S = \frac{F}{p}$$

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{F}{p}$$

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 4 \cdot F_{stř0}}{p \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 33\,480}{160 \cdot 10^5 \cdot \pi}} = 0,10326 \text{ m} = 103,3 \text{ mm}$$

Muselo by dojít k volbě pístu o průměru 110 mm, který by byl oproti přidržovači velký a zabíral by větší montážní prostor. Proto navrhují optimalizaci tohoto hydraulického válce. Střížník u tohoto otvoru musí být zkosený nebo s hroty, potom dojde ke snížení potřebné střížné síly.

Optimalizace průměru pístu

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 4 \cdot 0,5 \cdot F_{stř0}}{p \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 33\,480}{160 \cdot 10^5 \cdot \pi}} = 0,07302 \text{ m} = 73 \text{ mm}$$

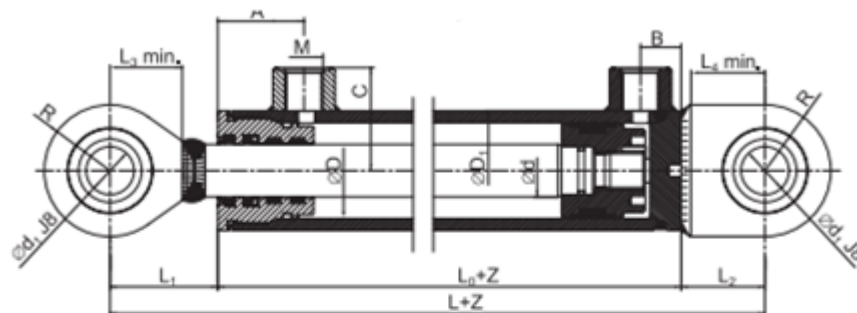
Volím do hydraulického obvodu píst o průměru 80 mm

HYDRAULICS SLOPNÉ

ZH1 – 80/40 - 60

$p_{MAX} = 20 \text{ MPa}$

Volba pístu



∅D	∅d	∅D ₁	∅d ₁	L	L ₀	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	M	A	B	C	E	K	R	Maximální doporučené zdvihy dle zvol. ∅ d	Hmotnost při zdvihu Z (kg)
25	12	35	12	142	80	44	18		18	10x1	36	15	29,5	10	9	17,5	90	0,70 + Z x 0,00656
25	14	35	12	142	80	44	18		18	10x1	36	15	29,5	10	9	17,5	150	0,72 + Z x 0,00656
32	18	42	20	170	90	45	35	32	31	12x1,5	36	17	39	16	14	27,5	210	1,50 + Z x 0,00656
32	20	42	20	170	90	45	35	32	31	12x1,5	36	17	39	16	14	27,5	270	1,60 + Z x 0,00703
40	22	50	20	170	90	45	35	32	31	16x1,5	36	17	43	16	14	27,5	260	2,00 + Z x 0,00853
40	25	50	20	170	90	45	35	32	31	16x1,5	36	17	43	16	14	27,5	360	2,00 + Z x 0,00940
50	25	60	25	190	102	50	38	33	33	16x1,5	43	16	48	20	18	32,5	260	3,10 + Z x 0,01063
50	28	60	25	190	102	50	38	33	33	16x1,5	43	16	48	20	18	32,5	360	3,00 + Z x 0,01161
63	32	75	25	215	116	57	42	37	37	16x1,5	50	23	55,5	20	18	35	360	5,00 + Z x 0,01652
63	36	75	25	215	116	57	42	37	37	16x1,5	50	23	55,5	20	18	35	480	5,00 + Z x 0,01820
70	36	85	30	235	125	65	45	45	39	22x1,5	54	25	60,5	22	20	42,5	410	7,35 + Z x 0,02232
70	40	85	30	235	125	65	45	45	39	22x1,5	54	25	60,5	22	20	42,5	540	7,20 + Z x 0,02419
80	40	95	30	240	130	65	45	45	39	22x1,5	59	25	65,5	22	20	42,5	450	8,00 + Z x 0,02604
80	45	95	30	240	130	65	45	45	39	22x1,5	59	25	65,5	22	20	42,5	610	9,00 + Z x 0,02806
90	45	105	35	275	140	80	55	54	49	22x1,5	64	27	70,5	25	25	47,5	510	12,00 + Z x 0,03051
90	50	105	35	275	140	80	55	54	49	22x1,5	64	27	70,5	25	25	47,5	660	12,40 + Z x 0,03344
100	50	120	40	300	155	85	60	57	54	27x2	73	31	82	28	25	52,5	570	17,00 + Z x 0,04254
100	55	120	40	300	155	85	60	57	54	27x2	73	31	82	28	25	52,5	720	17,20 + Z x 0,04580

Obrázek 32 – Volba hydraulického válce pro střih kruhového otvoru [15]

Objem pístu

(11)

$$V_0 = S * H = \frac{\pi \cdot D_0^2}{4} \cdot H_0 = \frac{\pi \cdot 0,08^2}{4} \cdot 0,06$$

$$V_0 = 0,00030 \text{ m}^3 = 0,30 \text{ dm}^3$$

Objem mezikruží

(12)

$$V_{00} = S * H = \frac{\pi \cdot (D_0^2 - d_1^2)}{4} \cdot H_1 = \frac{\pi \cdot (0,08^2 - 0,04^2)}{4} \cdot 0,06$$

$$V_{00} = 0,000226 \text{ m}^3 = 0,23 \text{ dm}^3$$

5.3 Návrh hydraulického válce pro stříh tvarového otvoru

Pro výpočet návrhu hydraulického válce počítám s nejvyšší vypočtenou střížnou silou pro stříh tvarových otvorů. Stříh se provádí „zevnitř“ sloupku, takže se stříhá jak plnou plochou pístu, tak i plochou mezikruží, proto jsem do výpočtu dosadil stejnou střížnou sílu. Návrhový tlak, který bude dosahován na hydraulickém pístu je 160 bar.

Průměr pístu

(13)

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 4 \cdot F_{stř1}}{p \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 29\,637}{160 \cdot 10^5 \cdot \pi}} = 0,0972\,m = 97,2\,mm$$

Volím průměr pístu 100 mm

Průměr pístonice

(14)

$$F = S \cdot p$$

$$S = \frac{F}{p}$$

$$\frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{F}{p}$$

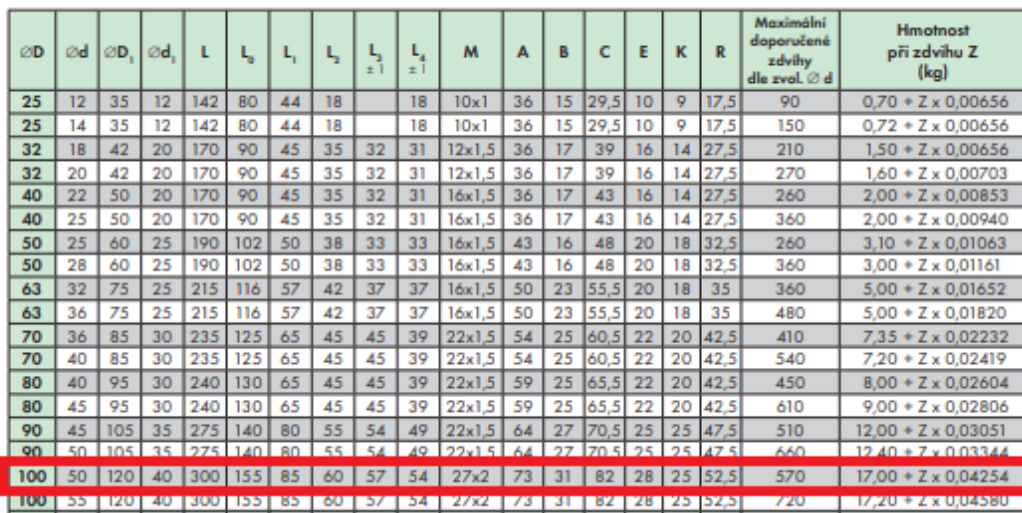
$$d_1 = \sqrt{D_1^2 - \frac{4 \cdot 4 \cdot F_{stř1}}{p \cdot \pi}} = \sqrt{0,1^2 - \frac{16 \cdot 29\,637}{160 \cdot 10^5 \cdot \pi}} = 0,0237\,m = 23,7\,mm$$

Volba pístu

HYDRAULICS SLOPNÉ

ZH1 – 100/50 - 50

$$p_{jm} = 20\,MPa$$



Objem pístu (15)

$$V_1 = S * H = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot H_1 = \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} \cdot 0,1$$

$$V_1 = 0,000785 \text{ m}^3 = 0,785 \text{ dm}^3$$

Objem mezikruží (16)

$$V_{11} = S * H = \frac{\pi \cdot (D_0^2 - d_1^2)}{4} \cdot H_1 = \frac{\pi \cdot (0,063^2 - 0,032^2)}{4} \cdot 0,03$$

$$V_{11} = 0,00058875 \text{ m}^3 = 0,589 \text{ dm}^3$$

5.4 Návrh hydraulického válce pro přidržovač

Provedl jsem pouze návrh průměru pístu, který bude směrodatný pro výběr daného válce. Jedná se pouze o funkci přidržovače, proto není nutné dimenzovat průměr pístnice. Sílu pro výpočet volím poloviční od síly střižné pro kruhový tvar a to proto, aby nedošlo k proražení materiálu. Tlak dosažený na válci navrhuji na 160 bar.

Průměr pístu

(17)

$$F = S \cdot p$$

$$S = \frac{F}{p}$$

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{F}{p}$$

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{stř0}}{p \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16\,500}{160 \cdot 10^5 \cdot \pi}} = 0,03624\,m = 36,24\,mm$$

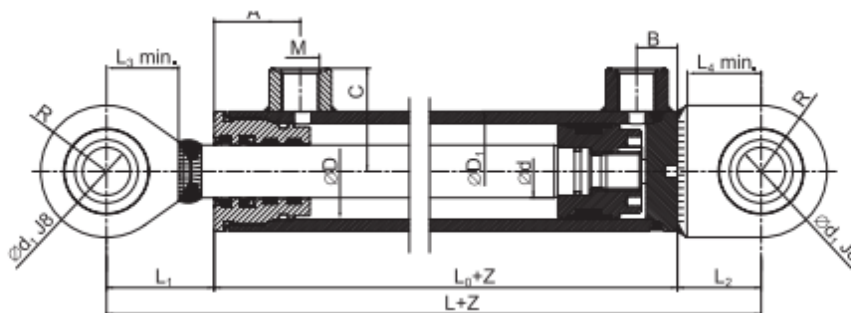
Volím průměr pístu 40 mm

Volba pístu

HYDRAULICS SLOPNÉ

ZH1 – 40/22 - 60

$p_{MAX} = 20\,MPa$



ØD	Ød	ØD ₁	Ød ₁	L	L ₀	L ₁	L ₂	L ₃ ±1	L ₄ ±1	M	A	B	C	E	K	R	Maximální doporučené zdvihy dle zvol. Ø d	Hmotnost při zdvihu Z (kg)
25	12	35	12	142	80	44	18		18	10x1	36	15	29,5	10	9	17,5	90	0,70 + Z x 0,00656
25	14	35	12	142	80	44	18		18	10x1	36	15	29,5	10	9	17,5	150	0,72 + Z x 0,00656
32	18	42	20	170	90	45	35	32	31	12x1,5	36	17	39	16	14	27,5	210	1,50 + Z x 0,00656
32	20	42	20	170	90	45	35	32	31	12x1,5	36	17	39	16	14	27,5	270	1,60 + Z x 0,00703
40	22	50	20	170	90	45	35	32	31	16x1,5	36	17	43	16	14	27,5	260	2,00 + Z x 0,00853
40	25	50	20	170	90	45	35	32	31	16x1,5	36	17	43	16	14	27,5	360	2,00 + Z x 0,00940
50	25	60	25	190	102	50	38	33	33	16x1,5	43	16	48	20	18	32,5	260	3,10 + Z x 0,01063
50	28	60	25	190	102	50	38	33	33	16x1,5	43	16	48	20	18	32,5	360	3,00 + Z x 0,01161
63	32	75	25	215	116	57	42	37	37	16x1,5	50	23	55,5	20	18	35	360	5,00 + Z x 0,01652

Obrázek 34 – Volba hydraulického válce pro stříh kruhového otvoru [15]

$$V_2 = S \cdot H = \frac{\pi \cdot D_0^2}{4} \cdot H_0 = \frac{\pi \cdot 0,04^2}{4} \cdot 0,06$$

$$V_2 = 0,000075 \text{ m}^3 = 0,075 \text{ dm}^3$$

$$V_{22} = S \cdot H = \frac{\pi \cdot (D_0^2 - d_1^2)}{4} \cdot H_1 = \frac{\pi \cdot (0,04^2 - 0,022^2)}{4} \cdot 0,06$$

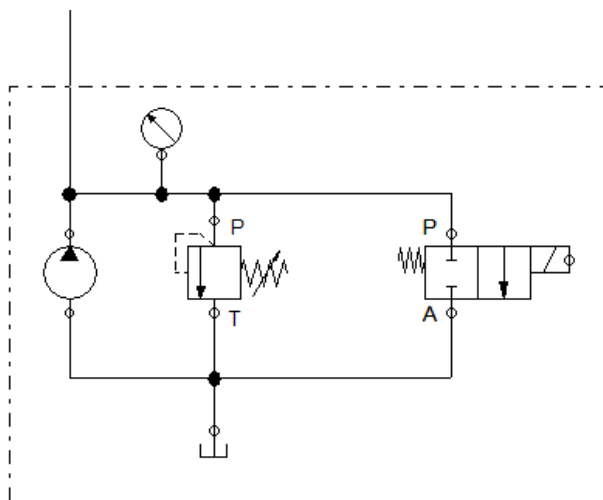
$$V_{22} = 0,00005256 \text{ m}^3 = 0,053 \text{ dm}^3$$

5.5 Návrh koncepce čerpacího systému

Navrhnou nejdříve tři typy čerpacího systému a tyto koncepce srovnám podle několika kritérií. Tu koncepci, která vyjde podle kritérií nejlépe, rozpracuji a vytvořím kompletní schéma hydraulického obvodu.

5.5.1 Konstantní hydrogenerátor s odlehčením

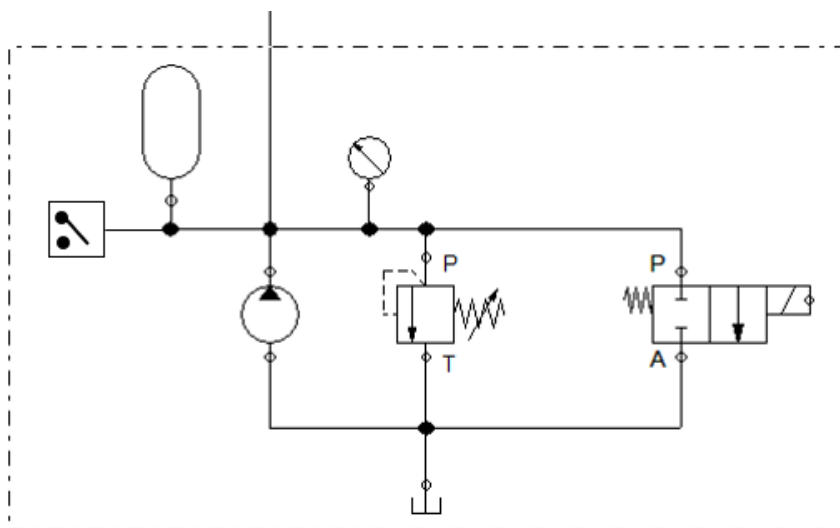
Při zapnutí motoru se hydrogenerátor (čerpadlo) uvede do chodu a dodává průtok do systému, pokud je požadavek odpojit systém od průtoku (tlaku), musí dojít k otevření odlehčovacího ventilu a veškerý průtok je přes tento ventil odváděn zpět do nádrže za tvorby tepla.



Obrázek 35 – Čerpací systém s konstantním hydrogenerátorem

5.5.2 Konstantní hydrogenerátor s akumulátorem a odlehčením

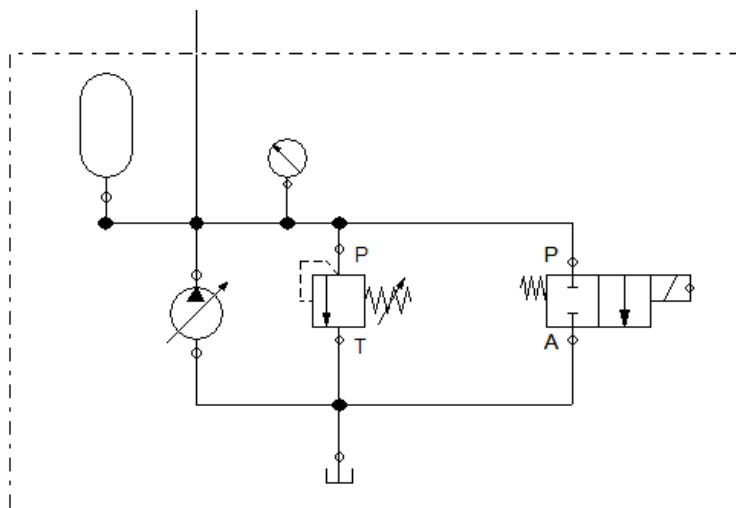
Při zapnutí motoru se hydrogenerátor (čerpadlo) uvede do chodu a při sepnutém elektrickém spínači, který reprezentuje vyprázdňený akumulátor začne čerpadlo plnit akumulátor. Při dosažení plnicího tlaku akumulátoru se elektrický spínač rozezne, zároveň se otevře odlehčovací ventil a průtok přes tento ventil proudí zpět do nádrže za vývinu tepla. Pokud začne pracovní cyklus, je průtok dodáván převážně z akumulátoru a zároveň je odlehčovací ventil odpojen a průtok z čerpadla je dodáván částečně do systému a zbytek průtoku plní akumulátor.



Obrázek 36 – Čerpací systém s akumulátorem a konstantním hydrogenerátorem

5.5.3 Regulační hydrogenerátor s akumulátorem

Po zapnutí motoru a za předpokladu, že je akumulátor prázdný, se přestaví deska (blok) čerpadla, a to začne dodávat průtok do akumulátoru. Pokud dojde k naplnění akumulátoru, tak se deska (blok) čerpadla přestaví do takové polohy, aby byl průtok blízký nule (pouze takový, aby pokryl ztráty v obvodě způsobené například lekáží, tento průtok může mít hodnotu cca 2 l/min). po spuštění pracovního cyklu se začne průtok dodávat z akumulátoru a zároveň se přestaví deska (blok) čerpadla a začne dodávat průtok částečně do obvodu, a především plnit akumulátor. Pro odlehčení celého čerpacího systému je zde umístěn odlehčovací ventil (rozváděč 2/2).









Obrázek 37 – Čerpací systém s akumulátorem a regulačním HG



5.6 Volba čerpacího systému

Navrhnul jsem celkem tři možnosti, jak vyřešit čerpací systém, abych se lépe rozhodnul, který systém si zvolit a posléze ho specifikovat, budu tyto tři systémy porovnávat vždy podle stejného kritéria a následně vyberu ten, který bude nejvíce vyhovovat.

Tabulka 7 – Výběrová kritéria

	Konstantní HG s odlehčením	Konstantní HG s akumulátorem a odlehčením	Regulační HG s akumulátorem
Kritérium			
1. Minimalizování elektrických prvků	elektricky řízený odlehčovací ventil, který se uvede do chodu pokaždé, když potřebuji odpojit systém od průtoku	potřeba elektrického snímače tlaku a elektronicky řízeného odlehčení (rozdávěč)	odlehčení je spínáno pouze v případě odtlakování systému, nikoli pro řízení – možnost nahradit tento rozváděč mechanickým
			OK

2. Energetická balance pohonu	pokud nebude docházet k odběru, veškerý průtok se bude mařit na odlehčovacím ventilu a součin průtoku a tlakového spádu na ventilu bude roven ztrátovému výkonu na tomto prvku	pokud nebude docházet k oběru, bude se nejprve plnit akumulátor a až poté dojde k otevření odlehčovacího ventilu, tzn. průtok přes tento ventil bude kratší dobu – menší ztráta	pokud nebude docházet k oběru, bude se nejprve plnit akumulátor, jakmile dojde k naplneění akumulátoru, deska čerpadla se překloupí a omezí průtok na minimum (pouze na pokrytí ztrát) – nedojde k maření průtoku
			OK
3. Finanční náklady	nejméně prvků, neregulační HG – nejlevnější	+ cena akumulátoru	+ cena regulačního hydrogenerátoru
	OK		
4. Praktičnost, údržba hydraulického obvodu	systém s rozepínáním tlakové větve ihned po ukončení pracovního cyklu, nutnost elektrických snímačů, kontroly sepnutí, ...	systém s rozepínáním tlakové větve po doplnění akumulátoru, nutnost elektrických snímačů, kontroly sepnutí, ...	„bezúdržbový“ systém, po zapnutí se nemusím o tento typ systému starat, pracuje sám (mimo pravidelnou údržbu)
			OK

5. instalovaný výkon	nutnost největšího motoru, vše zabezpečuje hydrogenerátor	poněkud menší motor, část výkonu přebírá akumulátor, ale dochází k řízení spínači – časté spínání (životnost el. prvků)	motor téměř srovnatelný s variantou 2, ale odpadá nutnost elektrických spínačů
			OK

Pro zařízení, které navrhuji, s ohledem na kritéria a na optimálnost využití daného čerpacího systému jsem se rozhodl vybrat variantu regulační hydrogenerátor s akumulátorem, který má pro dané využití mnoho výhod. Tyto výhody jsou přehledně vystiženy v Tabulka 7.

5.7 Volba velikosti průtoku

Pro návrh velikosti průtoku hydrogenerátoru a objemu akumulátoru vycházím z objemu, který je potřeba pro jeden cyklus, který se vypočítá z jednotlivých objemů válců. Z jednotlivých objemů válců a souslednosti operací jsem sestavil odběrový diagram viz Obrázek 39.

Manipulační čas byl odhadnut na 7,5 [s] a čas potřebný pro stříh (děrování) vinohradnických sloupků byl zvolen s ohledem na velikost válců a zdvihu válců také na 7,5 [s].

Objem potřebný pro jeden cyklus

(20)

$$V_c = 2 \cdot V_0 + 2 \cdot V_{00} + 2 \cdot V_1 + 2 \cdot V_{11} + V_2 + V_{22}$$

$$V_c = 0,003936 \text{ m}^3 = 3,936 \text{ dm}^3$$

Čas potřebný pro výrobu jednoho sloupku

(21)

Toto je minimální čas, za který je systém schopný daný cyklus provést. Čas manipulace je tak nízký proto, aby byl systém schopen pracovat i po určité automatizaci vložení a vyjmutí sloupku.

$$t = t_{hp} + t_m$$

$$t = 7,5 + 7,5 = \mathbf{15\ s}$$

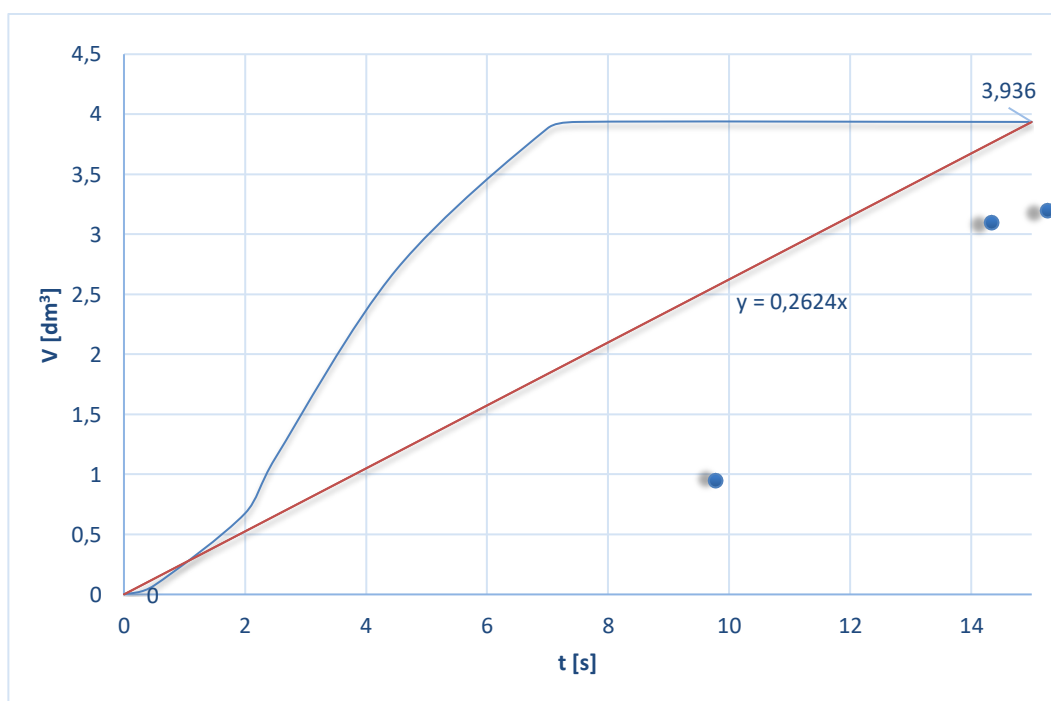
t_{hp} čas hydraulického pohonu [s]

t_m manipulační čas [s]

Průtok hydrogenerátoru

(22)

Objem potřebný pro výpočet objemového průtoku hydrogenerátoru vychází z grafu viz Obrázek 38. Je to objem, který je potřebný dodat do systému za dobu 15 [s].



Obrázek 38 – Návrh průtoku hydrogenerátoru

$$Q_{HG} = \frac{V_g}{t}$$

$$Q_{HG} = \frac{V_g \cdot 60}{t} = \frac{3,936 \cdot 60}{15} = \mathbf{15,7\ dm^3 \cdot min^{-1}}$$

$$\text{Volím } Q_{HG} = \mathbf{16\ dm^3 \cdot min^{-1}}$$

$$P_{MA1} = p_{PV} \cdot Q_{HG} = \frac{18 \cdot 10^6 \cdot 16 \cdot 10^{-3}}{60} = 4800 \text{ W} = 4,8 \text{ kW}$$

p_{PV} tlak na pojistném ventilu

Q_{HG} průtok hydrogenerátoru [$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$]

Volím elektromotor AC Motoren FCA-132S-4/HE s výkonem 5,5 kW

Velikost objemu nádrže

(24)

$$V_N = n_N \cdot Q_{HG}$$

$$V_N = 5 \cdot 16 = 80 \text{ dm}^3$$

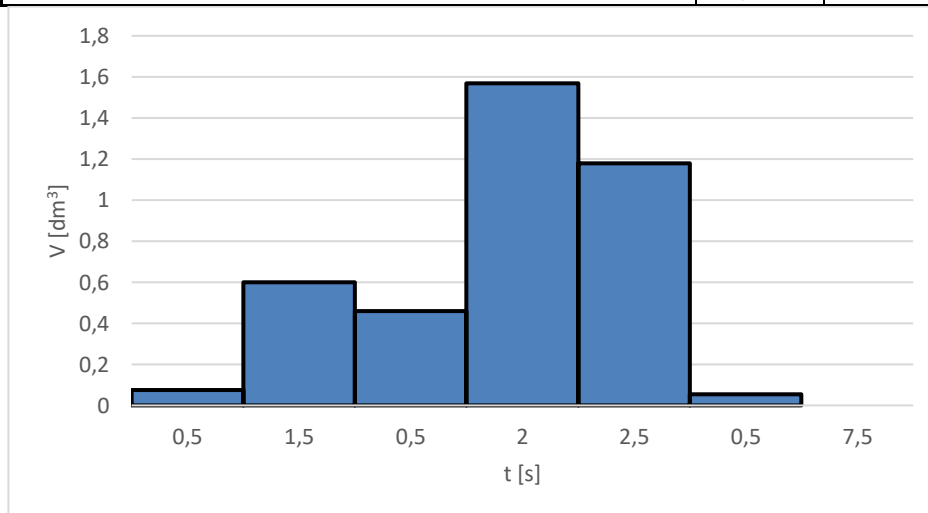
Volím objem nádrže 100 dm³

n_N tzv. oběhové číslo, volí se $n_N = (3 \div 5)$ u stacionárních zařízení

Q_{HG} průtok hydrogenerátoru [$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$]

Tabulka 8 – Sled operací

operace		V [dm ³]	t [s]
1	Vložení obrobku	0	4,5
2	Přidržovač dolů	0,075	0,5
3	Střih kruhového otvoru	0,6	1,5
4	Střižník kruhového otvoru nahoru	0,46	0,5
5	Střih tvarových otvorů (plný píst)	1,57	2
6	Střih tvarových otvorů (mezikružří)	1,178	2,5
7	Přidržovač nahoru	0,053	0,5
8	Vyjmutí obrobku	0	3
Σ		3,936	15



Obrázek 39 – Odběrový diagram

5.8 Návrh akumulátoru

I když je odběr kapaliny nerovnoměrný, ale periodicky se opakující podle odběrového diagramu viz Obrázek 39, lze zvolit kombinovaný zdroj tlakové kapaliny. V tomto případě je akumulátor v zapojení společně s hydrogenerátorem.

Objem označený jako ΔV je odečten z grafu viz Obrázek 41 a je to nejvyšší hodnota rozdílu mezi potřebným objemem a objemem dodaným hydrogenerátorem. Tlak p_2 je systémový tlak, tlak je plnicí p_0 a tlak p_1 je spodní tlak při vyprázdnění.

Výpočet objemu akumulátoru

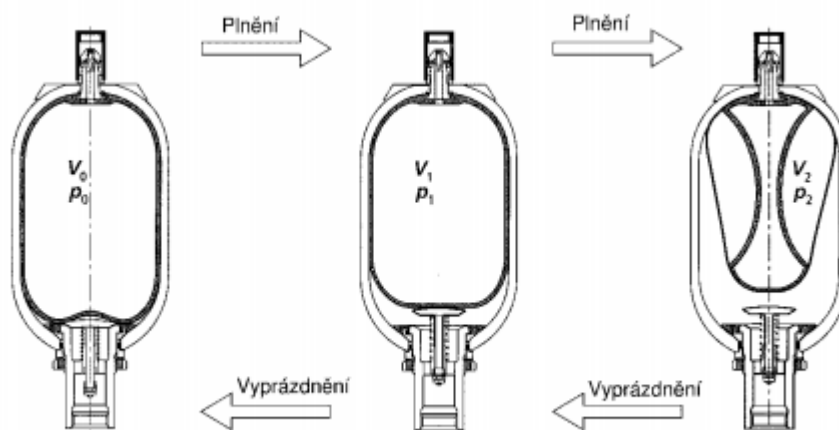
(25)

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{2,046}{\left(\frac{6,3}{7}\right)^{0,714} - \left(\frac{6,3}{16}\right)^{0,714}} = 4,95 [dm^3]$$

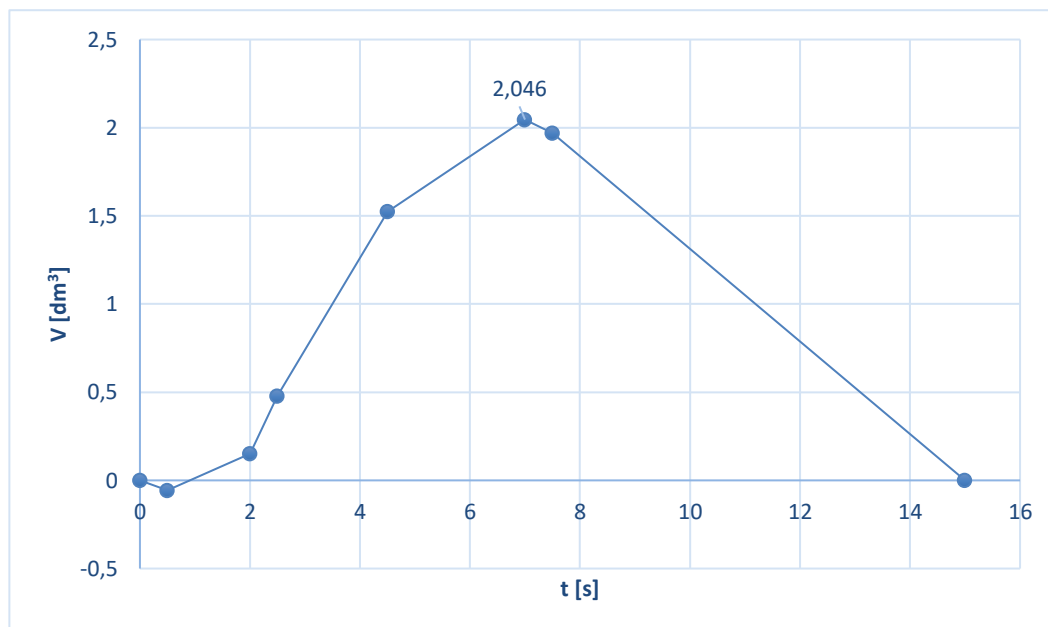
Parametry pro výpočet:

polytropický exponent	$\frac{1}{n} = 0,714$
plnicí tlak	$p_0 = 63 [bar] = 6,3 [MPa]$
spodní tlak při vyprázdnění	$p_1 = 70 [bar] = 7 [MPa]$
systémový tlak	$p_2 = 160 [bar] = 16 [MPa]$
užitečný objem	$\Delta V = 2,046 [dm^3]$

Volím akumulátor o objemu $V_0 = 5 [l]$.



Obrázek 40 – Označení stavu akumulátoru [16]



Obrázek 41 – Návrh objemu akumulátoru

5.9 Tepelný výpočet

Při průtoku oleje hydraulickým systémem se část tlakové energie přeměňuje v teplo. K tomu to dochází především na clonách, ostrých ohybech, škrtkách hranách a změnách průřezu, tj. na místních odporech, dále třením kapaliny o stěny potrubí a hadic, vnitřním třením v kapalině v důsledku objemových ztrát v hydromotorech a hydromotorech, třením mechanických částí atd.

Oteplovací časová konstanta [18]:

(26)

$$T = \frac{m_0 \cdot c_0 + m_1 \cdot c_1}{k_N \cdot S_N} \quad [\text{s}]$$

m_0 hmotnost oleje [kg]

m_1 hmotnost oceli [kg]

c_0 měrná tepelná kapacita oleje [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

c_1 měrná tepelná kapacita oceli [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

Za dobu T dojde k oteplení na 63,2% maximální teploty. K úplnému ustálení teploty dojde za dobu $3T$.

Doba, za kterou se obvod ohřeje na určitou teplotu [18]: **(27)**

$$\tau = T \cdot \ln \frac{t_u - t_0}{t_u - t} \quad [\text{s}]$$

t_u ustálená teplota [°C]

t_0 teplota okolí [°C]

t teplota oleje [°C]

Požadovaný výkon chladiče [18]: **(28)**

$$P_{chl} = P_s - P_{so} \quad [\text{W}]$$

P_s ztráta výkonu přeměněná na teplo [W]

P_{so} odvedená část ztrátového výkonu přestupem tepla z pracovní kapaliny přes povrchové plochy hydraulického systému do ovzduší [W]

Při přenosu hydraulické energie v mechanismu dochází v důsledku ztrát k přeměně její části v teplo. Teplo přijímá rovněž proudící medium. Celkový ztracený výkon P_{celk} je označen součtem dílčích složek.[18]

(29)

$$P_{celk} = \sum P_v = P_{v1} + P_{v2} + P_{v3} \quad [\text{W}]$$

P_{v1} ztráty jednotlivých prvků [W]

P_{v2} teplo z provozu HG [W]

P_{v3} teplo přiváděné z okolí [W]

Tabulka 9 – Výpočet potřebného výkonu chladiče

Číslo projektu		SKL0049/2020		
Název		Zařízení pro výrobu vinograd. sloupků		
Zařízení		Stříhadlo vinařských sloupků		
	jednotka		výsledek	poznámka
Počet čerpadel	[ks]		1	
Velikost nádrže	[dm ³]		100	
Teplota okolí	[C]		35	
Pracovní tlak	[MPa]		16	
Průtok	[dm ³ /min]		16	
Časový faktor průměr	[0-1]		1	
povrch nádrže	[m ²]		1,15	plocha, přes kterou se odvede teplo
součinitel prostupu tepla	[W/m ² /C]		8	přirozené chlazení bez nuceného proudění vzduchu
Ustálená teplota oleje	[C]		60	
Tlak spád na prvcích	[MPa]		1	
Časový faktor průměrný	[0-1]		0,4	
Počet prvků	[ks]		5	5 přímočarých hydraulických válců
Teplo přiváděné z venku	[kW]		0	
Účinnost čerpadla průtoková	[-]		0,92	
Hmotnost kovových částí	kg		300	kovové díly, které jsou ve styku s olejem nebo jsou schopny odvést a vysálat teplo
Měrné skupenské teplo kovu	J/Kg*K		450	
Měrné skupenské teplo kap.	J/Kg*K		1800	
Hustota kapaliny	kg/m ³		890	hydraulický olej
Počáteční teplota oleje	C		30	
ČASOVÁ KONSTANTA	s		32087	dobu, kdy dojde k oteplení na 63,2% maximální teploty
Velikost lekáže	[dm ³ /min]		1,28	
Teplo z provozu HG	[kW]		0,3413	
Teplo přivedené prvkami	[kW]		0,53	
Celkový ztrátový výkon	[kW]		0,87	
Ustálená teplota	[C]		130,1	
Teplo odvedené nádrží	[kW]		0,23	
Potřebný výkon chladiče	[kW]		0,64	na tento výkon navrhuji chladič
Doba ohřátí oleje na teplotu	60	min	190,6	3,2 hod

5.9.1 Návrh chladiče

Měrný výkon chladiče

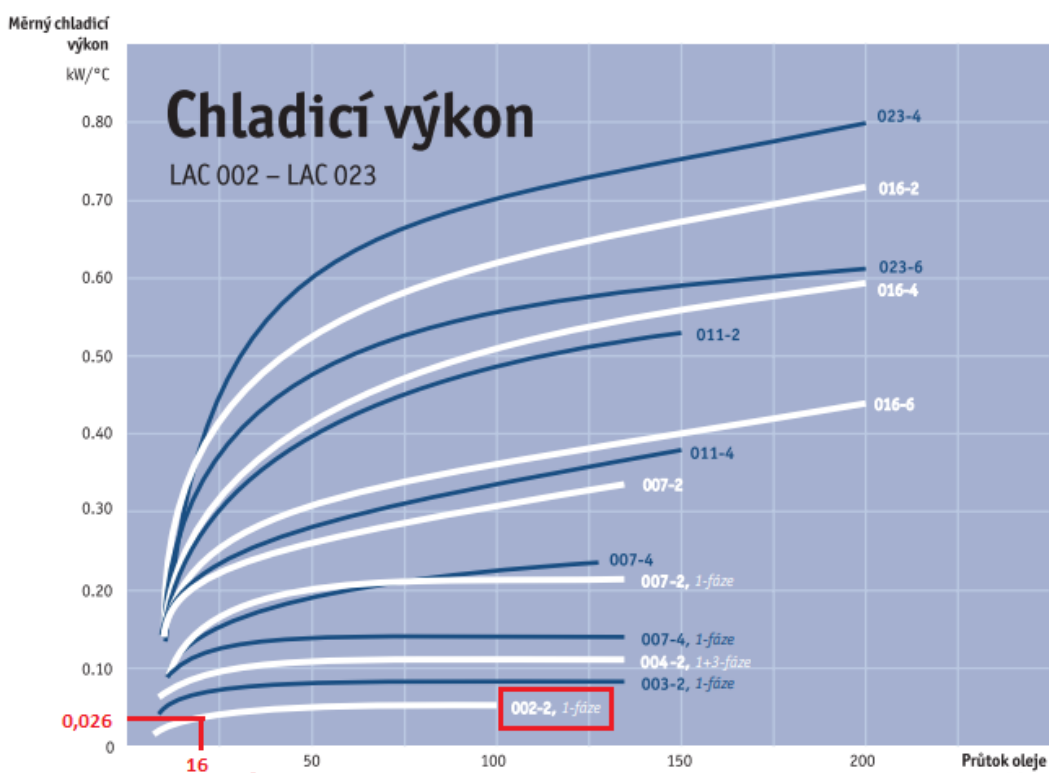
(30)

Pro návrh chladiče z katalogu je potřeba vyjádřit hodnotu měrného chladicího výkonu, který se spočítá dle následujícího vztahu:

$$q_{CH} = \frac{P_{CH}}{t_{ustálená} - t_{okolí}} = 5,6 \text{ kW} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$q_{CH} = \frac{0,64}{60 - 35} = 0,026 \text{ kW} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

P_{CH}	požadovaný výkon chladiče	[kW]
$t_{okolí}$	teplota okolí	[°C]
$t_{ustálená}$	ustálená teplota	[°C]



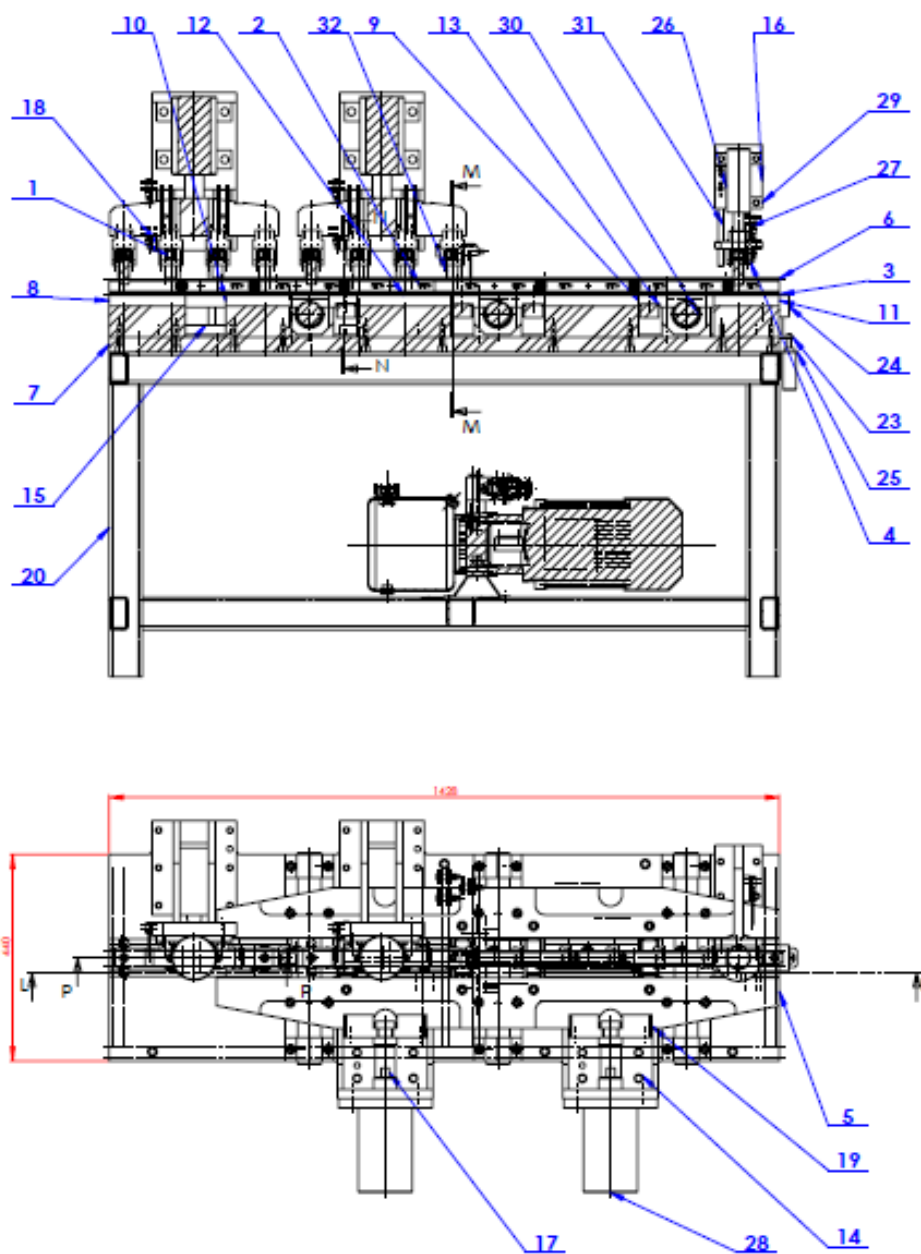
Obrázek 42 – Volba vzduchového chladiče [19]

Volím chladič od firmy OLAER CZ – LAC-002-2-A-60-T20-D-0

Chladič jsem navrhnul a zvolil, jak bylo v zadání a také v důsledku výpočtu, kdy za 3,2 hodiny dojde k zahřátí oleje na teplotu 60 °C. Zařízení je možné provozovat bez chladiče a dle vytížení v provozu rozhodnout o nutnosti instalace daného chladiče. Při poloautomatizaci výroby a nepřetržité osmi hodinové pracovní době by byl nutný navrhnutý chladič instalovat rovnou.

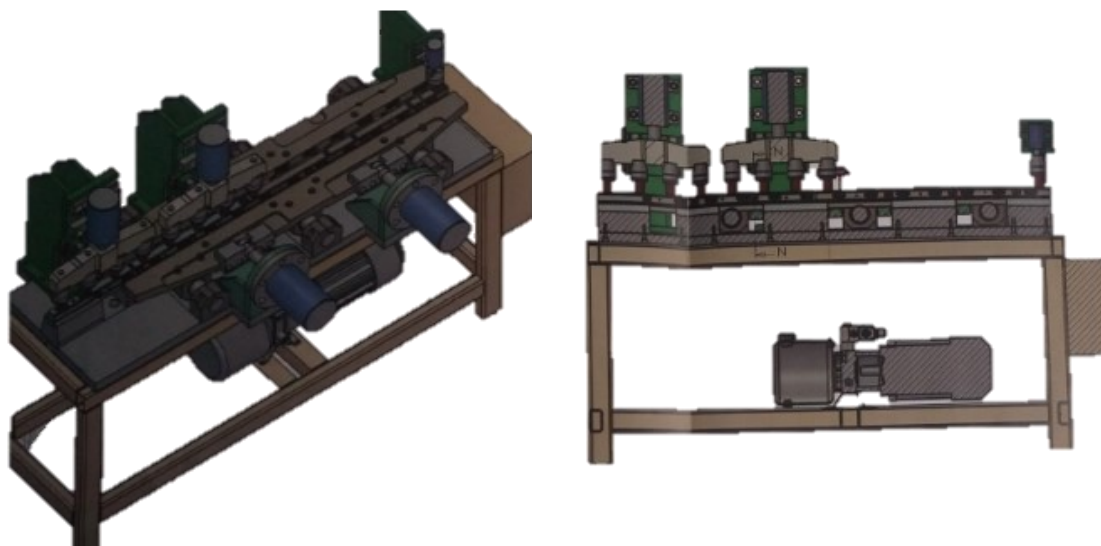
6 Technické řešení zařízení pro výrobu sloupků

Kompletní výkres je součástí příloh této diplomové práce a byl přejat jako interní podklad od firmy Interfluid.



Obrázek 43 – Technické řešení – schéma zařízení pro výrobu sloupků

6.1 Sestava zařízení



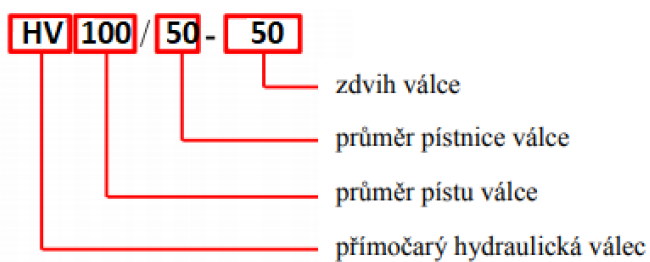
Obrázek 44 – Zařízení pro výrobu vinohradnických sloupků

6.2 Popis operací

Střih sloupku je sled po sobě jdoucích operací, který začíná vložením hotového profilu U55x32-2500 tloušťky 1,5mm a končí hotovým vinohradnickým sloupkem, tj. připravené háčky na dvojdrátí a otvory na ukotvení sloupku.

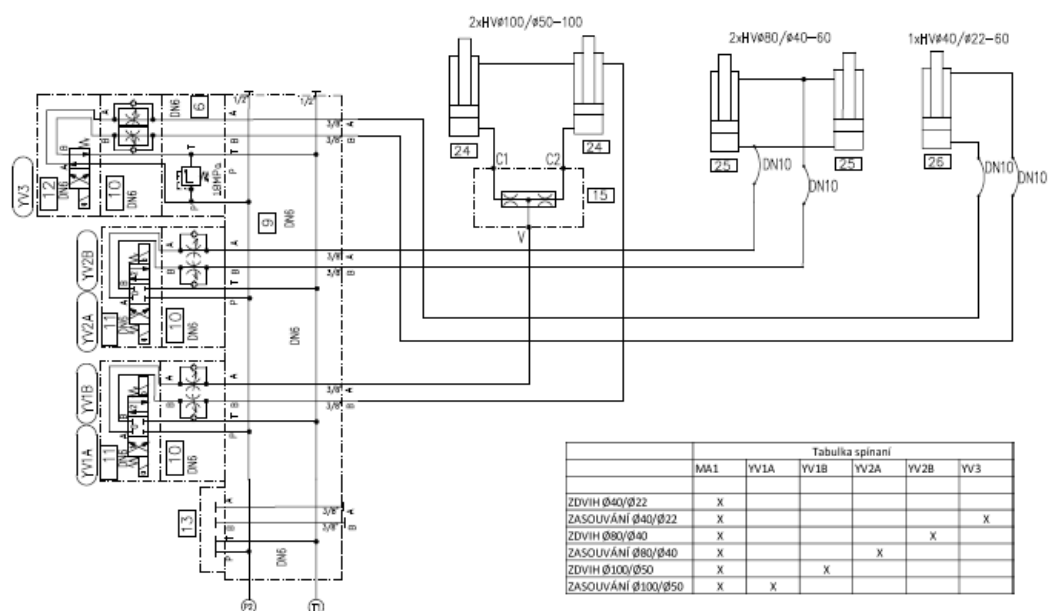
Hydraulické pohony:

- HV40/22–60 (1ks) – přidržovač sloupku
- HV80/40–60 (2ks) – střih kruhového otvoru
- HV100/50–50 (2ks) – střih tvarového otvoru

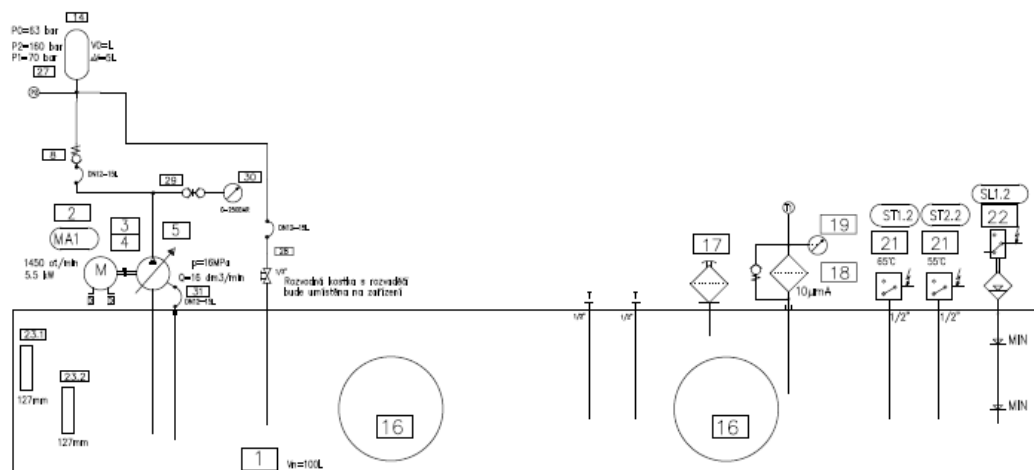


Obrázek 45 – Popis značení hydraulických válců

6.3 Hydraulické schéma

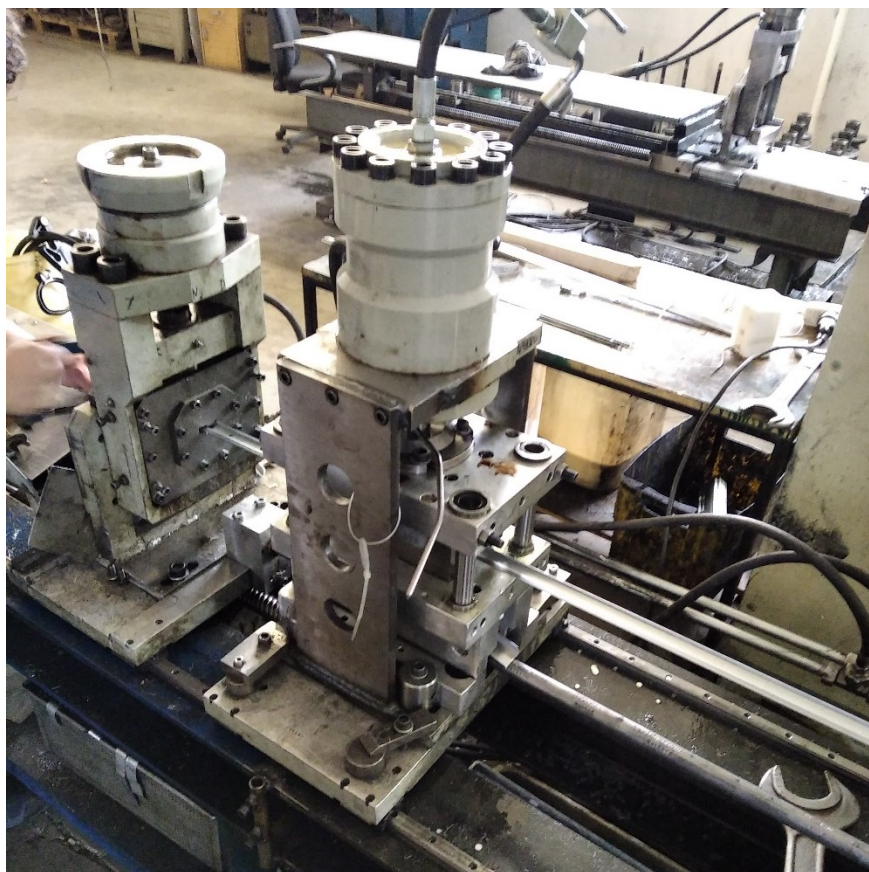


Obrázek 46 – Hydraulické schéma zařízení pro děrování sloupku



Obrázek 47 – Hydraulické schéma agregátu

7 Fotodokumentace



Obrázek 48 – Zařízení pro děrování sloupků



Obrázek 49 – Hydraulický agregát

8 Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout zařízení pro výrobu vinohradnických sloupků. První část se týká rešerše výsadby vinic a jednotlivých druhů vedení révy vinné a použití vhodných sloupků. Nejpoužívanějším je v dnešní době ocelový sloupek, na který navrhují zařízení.

Návrh zařízení ze strany hydrauliky byl zpracován formou projektu, což mi dalo mnoho cenných zkušeností. Při návrhu jsem využil interní podklady firmy Interfluid s.r.o. Návrh hydraulických válců vycházel z vypočtených střížných sil. U jednoho válce byla provedena optimalizace velikosti pomocí změny tvaru střížníku. Navrhnul jsem nejvhodnější čerpací systém s akumulátorem pro dané zařízení, elektromotor, velikost nádrže, provedl jsem tepelnou bilanci hydraulického zařízení a zvolil vzduchový chladič, jelikož u tohoto typu není potřeba zajištění oběhu chladicí vody.

V projektové dokumentaci jsem specifikoval další potřebné prvky potřebné pro sestavení hydraulického systému, jako je pojistný ventil, stavoznaky, termostaty, filtry apod.

Pro vytvoření jednoduchých hydraulických schémat jsem využil programu Festo Fluidsim hydraulic 4.2, výkresové dokumentace a funkčních hydraulických schémat program AutoCad 2018, 3D modely v programu Inventor 2018, text ve Wordu 2016 a tabulky v Excelu 2016.

Seznam použité literatury

- 1 ČADA, Radek. Technologie I: objemové a plošné tváření zastudena: (návody do cvičení). Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2009. ISBN 978-80-248-2126-9.
- 2 Pali per vigneti - Comavit pali per vigneti. Pali per vigneti e frutteti - COMAVIT – Pali in cemento, pali in metallo, accessori per vigneto e frutteto. [online]. Copyright © 2019 Comavit Pali precompressi srl. all right reserved. [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.comavit.it/index.php?area=74&menu=31112&page=58045&lingua=4>
- 3 Domů | Vína z Moravy a vína z Čech. Domů | Vína z Moravy a vína z Čech [online]. Copyright © 2005 [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.wineofczechrepublic.cz/>
- 4 Tevapoint | TEVApoint.cz. Úvodní stránka - Tevapoint | TEVApoint.cz [online]. Copyright © 2000 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://www.tevapoint.cz/20-prichod-vina-do-cech/#>
- 5 Příspěvek | Zahrádkář. Úvod | Zahrádkář [online]. Copyright © Český zahrádkářský svaz, z. s. [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://izahradkar.cz/prispevek/?kat=2%&prispevek=170%22>
- 6 O víně > / Vínovinky a reportáže / O věcech okolo. [online]. Copyright © 2009, grafika [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: http://www.ovine.cz/web/structure/o-vecech-okolo-14.html?do%5BloadData%5D=1&itemKey=cz_200
- 7 [online]. Dostupné z: <http://www.vysnenazahrada.cz/2013/08/zajimava-vedeni-vinne-revy-pro-zahradu.html>
- 8 GC3DQYN Horenske pravo (Traditional Cache) in Jihomoravský kraj, Czechia created by petasek*. Document Moved [online]. Copyright © 2000 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: https://www.geocaching.com/geocache/GC3DQYN_horenske-pravo?guid=1b0be484-f1cc-4cae-96f7-e084c87f1ca4
- 9 Vinohrady sady. [online]. Dostupné z: <https://vinohradnicka-technika.cz/vinohrady-sady/>

- 10 Vítejte v novém e-shopu : Vitokonex- vinařství,výčepní technika,jezírka. Vítejte v novém e-shopu : Vitokonex- vinařství,výčepní technika,jezírka [online]. Copyright © Ziskový e [cit. 14.08.2019]. Dostupné z: <https://www.vitokonex.cz/>
- 11 Vysoké učení technické v Brně [online]. Copyright © [cit. 01.10.2019]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=148612
- 12 Vinné sklepy Čejkovice | Templářské sklepy Čejkovice vinařské družstvo [online]. Dostupné z: <http://www.templarske-sklepy.cz/zatlaceni-sloupku#prettyPhoto>
- 13 [online]. Copyright © [cit. 22.10.2019]. Dostupné z: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/TECH1/Technologie-I.pdf>
- 14 CZ FERRO STEEL - hutní materiál, ocelové trubky kalibrované, tažené, uzavřené profily [online]. Dostupné z: <http://www.czferrosteel.cz/pdf/tyce-11373.pdf>
- 15 Hydraulické válce české výroby-Hydraulics s.r.o. [online]. Copyright © [cit. 29.12.2019]. Dostupné z: https://www.hydraulics.cz/wcd/pdf/vyrobní_katalog_cz2019.pdf
- 16 SIVÁK, Václav. Projektování hydraulických systémů. Ostrava: VŠB, 1990. ISBN 80-7078-037-1.
- 17 Vysoké učení technické v Brně [online]. Copyright © [cit. 24.04.2020]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=150007
- 18 BAROŠKA, J. Hydrostatické mechanizmy. Žilina: Hydropneutech, 2012, 388s. ISBN 978-80-970897-2-6.
- 19 YUKEN ČR s.r.o. [online]. Copyright © [cit. 24.04.2020]. Dostupné z: <https://www.yuken.cz/files/prilohy/201-vzduchove-chladice-lac/lac2-cz.pdf>

9 Seznam příloh

Příloha A	Projektová dokumentace	SKL0049-000
Příloha B	Výkres vinohradnického sloupku typu 1	SKL0049-001
Příloha C	Výkres vinohradnického sloupku typu 2	SKL0049-002
Příloha D	Výkres vinohradnického sloupku typu 3	SKL0049-003
Příloha E	Funkční schéma zařízení	SKL0049-004
Příloha F	Návod k obsluze a údržbě	SKL0049-007
Příloha G	Výkres sestavy nádrže	SKL0049-008
Příloha H	Výkres víka nádrže	SKL0049-009